ANNO XLVI

IL POLITECNICO

GIORNALE

DELL' INGEGNERE ARCHITETTO CIVILE ED INDUSTRIALE

Gennaio 1898

SOMMARIO.

Con 6 Tavole, e 6 figure intercalate nel testo.

MILANO
Tipografia e Litografia degli Ingegneri
9 — Via Unione — 9
1898

IL POLITECNICO

GIORNALE

DELL' INGEGNERE ARCHITETTO CIVILE ED INDUSTRIALE

ANNO XLVI

MILANO
Tipografia e Litografia degli Ingegneri
9 — Via Unione — 9
1898

DI ALCUNI IMPIANTI

PER IL TRASPORTO DELL' ENERGIA ELETTRICA.

(Vedi pag. 489 del vol. XLV e le tav. 1 e 2).

IL CANALE INDUSTRIALE DI PADERNO.

1.° Cenni storici e premesse. — Fino dal 1888 l' esimio Ing. Enrico Carli, insieme allo scrivente, aveva redatto un Progetto abbastanza dettagliato per ottenere la concessione per derivazione di un Canale sulla sponda sinistra dell' Adda; concessione che venne regolarmente accordata poi sulle basi del Progetto stesso alla « Società Generale Italiana di Elettricità sistema Edison » di Milano, il 27 marzo 1890.

Successivamente l' Ing. Carli non soddisfatto della soluzione da lui stesso caldeggiata fin allora, studiava un Progetto completo di utilizzazione della ingente forza creata dalle rapide di Paderno e lo presentava alla Società Edison stessa, facendo rimarcare i vantaggi del suo ultimo studio che elevava la forza disponibile a Porto d'Adda da 6 680 a 10 960 cavalli dinamici, ribassando sensibilmente il costo unitario del cavallo prodotto.

La Società Edison accolse ben volentieri le nuove idee dell'Ing. Carli e fece le opportune pratiche per ottenere una nuova concessione basata sul Progetto 10 novembre 1892, (rinunciando naturalmente a quella già conseguita nel 1890) e nel 17 marzo 1895 ne otteneva il formale Decreto Reale.

Il nuovo progetto dell'Ing. Carli consisteva nel seguente concetto:

Approfittare della esistente diga del Naviglio di Paderno e del 1.° tronco del canale stesso, per effettuare una nuova grande derivazione di m. c. 30 al 1", allargando, riducendo ed arrobustendo convenientemente le opere preesistenti; creare, subito a monte della I. Conca, l'Edificio di presa d' acqua destinato al nuovo Canale; aprire succes-

sivamente un condotto in galleria lungo circa 2200 metri a sezione circolare e coll'acqua in pressione, e sfociare il condotto stesso in un bacino da collocarsi sulla costa di Porto d'Adda. Da questo bacino mediante cinque tubi metallici l'acqua veniva portata alle turbine idrauliche verticali, montate sullo stesso albero delle dinamo generatrici, che erano calcolate per 2055 cavalli effettivi di forza ciascuna.

Dei cinque gruppi di macchine, quattro dovevano essere attivi ed uno serviva di scorta e di ricambio.

Chiamato a studiare il progetto di dettaglio, sulle basi dell'ultimo studio dell'Ing. Carli, lo scrivente volle anzitutto istituire delle accurate e ripetute esperienze per accertarsi delle portate del fiume Adda nelle varie epoche dell'anno. A tali ricerche era tanto più spinto, che nessuno si era fin' allora occupato esaurientemente di tale questione tanto importante, accordandosi in ciò colle idee dell'egregio Ing. Carli, che pure avrebbe avuto il desiderio di procedere a siffatti esperimenti.

L'invernata 1895-1896 si prestò mirabilmente all'esecuzione delle accennate esperienze, perchè si verificò in quel periodo la maggiore magra del fiume che si ricordasse a mente d'uomo.

Le esperienze fatte con strumenti elettrici accuratamente tarati e riprovati, diede modo di istituire una curva diagrammatica delle portate dalla lettura idrometrica metri 0,55 a metri 1,61 sopra lo zero dell'idrometro governativo di Porto d'Adda (che non resta mai emergente e quindi ha sempre letture positive).

Da tale curva risultò che, mentre la massima magra dava, in prossimità della diga del Naviglio di Paderno, una portata di m. c. 35,96 al 1", colla lettura m. 0,55, si aveva alla lettura delle forti magre invernali, e cioè a m. 0,65 dell'Idrometro, m. c. 41,05 al 1"; ed alla lettura delle magre ordinarie invernali, ossia a m. 0,70 la portata di m. c. 45,25 al 1".

Ora avendo fatto un esame diligente di un decennio di osservazioni idrometriche, riferite all'Idrometro suindicato, e precisamente dal 1885 al 1895 incluso, si è potuto verificare che solo nel 1885 e nel 1895 il fiume discese al disotto della lettura m. 0,60, mentre in tutti gli altri otto anni, la lettura minima, per pochissimi giorni, toccò m. 0,70.

Da questo fatto importantissimo scaturiva che sarebbe stato errore gravissimo non approfittare della maggiore portata, accertata da esperienze rigorose, per allargare le basi del progetto esecutivo, calcolando

addirittura sopra una portata di erogazione costante di m. c. 45, 00 al 1" anzichè sopra soli m. c. 30, come aveva ritenuto l'Ing. Carli.

La Società Edison si persuase subito del grande vantaggio che si poteva ritrarre da tale modificazione fondamentale, ed infatti facoltizzò lo scrivente a redigere il nuovo progetto sopra queste basi.

È ben vero che anche l'Ing. Carli prevedeva la possibilità di un aumento di portata qualora si fosse effettuata la regolazione del lago di Como a regime di serbatoio di compensazione, ma il suo canale non si prestava a tale aumento che con successive e molteplici modificazioni.

Il progetto particolareggiato da me redatto ed approvato dalle competenti Autorità, modificava adunque le basi del progetto allegato alla concessione 17 marzo 1895, e perciò la Società Edison ha dovuto ricorrere a speciale domanda per l'aumento della portata di concessione, domanda che avrà ben presto esito favorevole non essendovi ragione di serie opposizioni.

Il canale e l'impianto idroelettriro di Paderno, che stanno per essere fra pochi mesi compiuti, sono costruiti in base a questo nuovo progetto.

La conduzione ed esecuzione dei grandi lavori furono affidate alla mia direzione nel principio dell'anno 1896, e con tutta probabilità essi saranno ultimati entro il Maggio del 1898; saranno quindi occorsi mesi 29 per la totale costruzione delle opere idrauliche.

È importante far osservare che per la natura delicatissima e complicata dell'opera, la Società Edison accolse la proposta dello scrivente di eseguire tutti i lavori direttamente. Con ciò tendevasi ad ottenere maggiore sicurezza e perfezione dell'opera ed una notevole economia.

Al punto in cui sono i lavori puossi infatti affermare che mentre le opere sono eseguite con ogni cura e coi materiali più scelti, si otterrà anche un considerevole risparmio sulla spesa totale di costruzione, in confronto della preventivata.

Passo ora senz'altro a dare un'idea particolareggiata delle varie opere costituenti il canale industriale di Paderno, facendo cenno rapidamente alle principali modificazioni da me introdotte, in confronto del primitivo progetto dell'Ing. Carli.

2.° *Diga di derivazione a cavalletti mobili.* — La nuova diga ha l'andamento e l'ubicazione precisa della vecchia che serviva pel Naviglio di Paderno; ne è stata però modificata sostanzialmente la strut-

tura, applicando sulla parte sommergibile in pietra, un ordine di cavalletti metallici mobili, destinati a creare nelle magre il rialzo di pelo necessario per produrre quell' altezza d' acqua nel Naviglio, che fosse corrispondente all' aumentata portata.

Lo sviluppo della soglia stramazzante della diga è m. 130,00 e cioè precisamente come nel progetto Carli, il rialzo di pelo sulla soglia, prodotto dai cavalletti è m. 2,00. Essendo m. 180,65 la quota della soglia, riesce m. 182,65 la quota del pelo normale di derivazione relativo alla portata di mc. 30 al 1"; quando sarà ottenuta la concessione per m. c. 45 al 1", l'altezza del pelo normale sulla soglia sarà portata a m. 2,20, e la rispettiva quota a m. 182,85. Le opere della diga vennero eseguite in conformità a quest' ultima quota di derivazione. Per facilitare la manovra del mantenimento dell'altezza dell' acqua sulla diga è stato costruito lo scaricatore esterno a tre luci, che serve a poter prontamente sfogare o respingere una considerevole quantità d'acqua, avendo questa un' altezza sulle rispettive soglie delle bocche di m. 3,50, mentre ciascuna bocca ha una luce di m. 2,00.

Una modificazione importante, fatta al progetto dell' Ing. Carli in questo scaricatore della diga, è stata l' applicazione di due gargami di chiusura a panconate a monte delle paratoje di manovra; con ciò si mirò ed ottenere lo scopo di potere procedere alle inevitabili riparazioni delle paratoie di manovra, le quali altrimenti ben difficilmente si sarebbero potute sollevare senza lasciar scaricare una considerevole quantità d'acqua, con danno fortissimo della derivazione.

Anche sullo spallone di sinistra si è dovuta apportare una modificazione al progetto Carli per dar luogo alla scala di rimonta dei pesci imposta dal disciplinare di concessione governativo.

I cavalletti mobili del sistema Poirée applicati alla diga furono oggetto di particolari studii, allo scopo di sopprimere quelli inconvenienti che si riscontrano in parecchie consimili costruzioni. Anzitutto, pur applicando i calcoli di stabilità, furono assunte, nei ferri speciali componenti ciascuna intelajatura, dimensioni almeno doppie delle strettamente necessarie, e ciò in relazione a quanto raccomanda il Guillemain nel suo classico trattato di idraulica fluviale (1).

Al sistema solito d'imperniatura fu sostituito un congegno composto

(1) *Navigation intérieure — Rivières et Canaux* par P. GUILLEMAIN - Paris 1885.

da una semplice sbarra scorrevole entro tre attacchi e tenuta da solidi cuscinetti di ghisa fissati nella diga; alle consuete travi di legno fu sostituito un solo ordine di barre di acciaio contraventate da saette che rendono il sistema rigido e invariabile; fu tolto ogni appoggio intermedio dei panconcelli.

Con tutte queste modificazioni si è resa molto facile la manovra e la eventuale riparazione di ciascun cavalletto.

I panconcelli aventi la sezione di m. 0,08 $\times$ 0,10 sono poggiati contro un risalto in pietra creato nella diga, il quale ha anche lo scopo di difendere i cavalletti dagli urti dei materiali trascinati dalla corrente.

Per assicurare meglio la tenuta della chiusa mobile si userà, eventualmente nelle grandi magre, di ricoprimenti con persiane o grossa tela, che potranno adagiarsi sopra i cavalletti formanti un piano uniforme perfetto, secondo il sistema proposto dall'Ing. Caméré in Francia.

Le fig. 4-5 Tav. 2.ª rappresentano, con tutti i particolari, i cavalletti mobili ed il sistema di chiusura a persiane del Caméré.

Le variazioni del fiume Adda non essendo mai molto repentine è riuscito inutile ogni legame dei panconcelli fra loro.

La manovra si fa a mano con estrema facilità, facendo rotolare il panconcello estremo verso la corrente, sopra il suo più vicino per levarlo; e collocandolo su quelli già poggiati e rotolandolo verso l'acqua ferma quando si tratta di aggiungerne qualcuno di nuovo.

La costruzione dei cavalletti metallici, dei meccanismi e delle paratoje dello scaricatore, fu eseguita, sopra nostri dettagliati disegni, dalla Ditta Ing. Ernesto Breda e C. di Milano.

3.° Canale derivatore - Naviglio allargato. — Il canale derivatore è costituito, come nel progetto Carli, dall'attuale 1.° tronco del Naviglio sistemato ed allargato opportunamente (vedi Tav. 1).

Le paratoje metalliche a rotazione, così opportunamente proposte dall'Ing. Carli, e gli altri manufatti di questo canale sono stati studiati in dettaglio nell'ubicazione e colle dimensioni stesse del progetto di massima.

Una variante notevole, proposta dallo scrivente, fu quella di allargare il Naviglio molto di più di quanto aveva progettato l'Ingegnere Carli e ciò allo scopo di diminuire per quanto era possibile l'altezza dell'acqua che avrebbe potuto, specialmente nel caso dei 45 metri cubi di portata, apparire eccessiva e compromettente la stabilità della sponda sinistra.

Per questo scopo la larghezza del canale derivatore fu fissata di m. 13,00, non potendosi portare a dimensioni maggiori per le condizioni locali; di più, per aumentarne la potenzialità, fu progettato un rivestimento uniforme e lisciato di cemento tanto sul fondo che sulle pareti.

Con ciò l'altezza dell'acqua che col progetto Carli sarebbe riuscita di m. 3,85, supposta la portata di mc. 45 al 1", si ridusse a soli m. 2,65, e cioè m. 1,20 di meno.

Un perfezionamento di dettaglio, molto importante per la pratica manutenzione delle paratoje e meccanismi, fu introdotto nella struttura degli scaricatori interni di questo canale, e cioè furono applicati a tutte le bocche due gargami destinati a ricevere una doppia panconatura con interposizione d'argilla, che permetterà di levare e ricambiare anche completamente ciascuna paratoja, senza levare l'acqua dal canale, o costruire un apposito cassero di interclusione.

Per impedire in questo canale, destinato a servire anche per la navigazione, la facile rottura degli smalti cementizii coll'urto delle barche contro le sponde, si è provveduto alla collocazione di un toro sporgente in pietra che corre sulle sponde poco sopra al livello massimo delle acque.

I dati tecnici principali di questo canale derivatore sono i seguenti: lunghezza misurata dalle paratoje cilindriche fino all'edificio di presa, ml. 693,35; pendenza unitaria $I = 0,0020$; sezione fluida $13,00 \times 2,65 =$ m. 34,45: portata calcolata colla formula Darcy-Bazin, e coi coefficienti della 2.ª categoria, e cioè dei canali a pareti abbastanza levigate:

$$Q = 34,45 \sqrt{\left(\frac{1,88 \times 0,002}{0,00019 + \frac{0,0000133}{1,88}}\right)} = \text{mc. } 47,196$$

colla velocità di m. 1,37 al 1".

Questo canale quindi, anche lasciando defluire mc. 2,00 al 1" per le competenze del Naviglio, può fornire all'edificio di presa una portata di mc. 45,00 al 1".

Se fosse calcolata coi coefficienti della 1.ª Categoria, come realmente dovrebbe essere, la portata risulterebbe di molto superiore al bisogno, ma abbiamo preferito usare la massima prudenza, poichè è sempre

difficile ottenere in pratica i risultati dati dalle formule, che presuppongono condizioni speciali e molto accurate.

La formula adottata è ancora quella che abbiamo riscontrata più attendibile e fu sancita da esperienze eseguite su altri canali da noi costruiti, e specialmente dalle esperienze di collaudo del grande canale Industriale di Verona.

Del resto non essendo che m. 690 lo sviluppo del canale derivatore, ed avendo supposto di avere una perdita di carico di m. 0, 10 attraverso la leggera strozzatura prodotta dal ponte di m. 11, 00 di luce posto all' incile, ed essendo m. 0, 21 la pendenza assoluta disponibile nel rimanente del canale, si potrà praticamente avere una pendenza media del pelo molto superiore a quella calcolata di 0, 20 per chilometro, e quindi ottenere la portata massima con un'altezza d'acqua sul fondo non superiore a m. 2, 45.

Una difficoltà speciale si è incontrata nell'esecuzione di questo tratto di canale per la necessità di dovere mantenere libera la navigazione durante i lavori.

Fu per questo che tutte le sponde ed i manufatti dovettero essere eseguiti mediante interclusioni fatte con casseri riempiti d'argilla, ed eseguiti parzialmente davanti ad ogni manufatto o tratto di sponda.

Nelle tavole di disegno si trova appunto il dettaglio dei casseri d'interclusione usati per costruire le sponde nuove del canale senza interrompere la navigazione pubblica.

Dei manufatti hanno importanza speciale quello posto all' incile e destinato alla regolazione dell'entrata dell'acqua nel canale, e l'ultimo sfioratore con annesso scaricatore; gli altri due scaricatori intermedi sono ausiliarii e funzioneranno ben raramente.

Le paratoje di regolazione poste all' incile del canale derivatore sono della forma cilindrica con asse di rotazione verticale, come erano state suggerite, con ottimo pensiero, dall' Ing. Carli; sono state modificate solo nel dettaglio per renderle più semplici e per impedire il tremolio che sarebbe stato inevitabile col sistema di manovra a semplice cremaliera e ruote dentate. Il loro movimento si fa invece con una vite perpetua, che ha movimento non invertibile e con dentiera circolare posta sul manto delle paratoje.

L'ossatura fu pure studiata in modo da uniformare il lavoro di ogni elemento resistente, come risulta dai disegni della Tav. 2 fig. 6 e 7. È degna di nota la disposizione per la quale tali paratoje non chiu-

dono mai completamente il canale, ma lasciano in ogni caso un' apertura larga m. 1, 50 dalla quale può, in tempo di piena, passare tutta la competenza del canale.

È facile comprendere come la condizione di avere in certi momenti m. 4, 49 d' altezza d' acqua a monte delle paratoje, mentre a valle l'altezza deve restare invariabilmente di m. 2, 65, avrebbe portata una difficoltà straordinaria all'impiego di portoni usuali piani; le paratoje cilindriche riportando la pressione sulle imperniature, rendono facilissima la manovra, anche nei casi più svantaggiosi.

Tali paratoje cilindriche furono costruite inappuntabilmente dalla Società Nazionale delle Officine di Savigliano.

Gli scaricatori interni posti nella sponda sinistra del canale hanno per scopo di lasciar defluire l'acqua eccedente eventualmente i bisogni del canale di Paderno; comprendono complessivamente N. 7 bocche, aventi ciascuna m. 2, 00 di luce e m. 2, 65 d' altezza.

Questi scaricatori erano stati progettati dall'Ing. Carli con m. 0, 60 di ribassamento in confronto del fondo del Naviglio, col concetto che dovessero servire di sghiajatori; siccome però l' esperienza di molti anni ha dimostrato che l'Adda non introduce, anche nelle rare torbide, che una sottilissima melma del Naviglio, così abbiamo creduto di potere sopprimere ogni differenza di livello fra le loro soglie ed il fondo del canale.

A completare i mezzi di regolazione di questo canale fu fatto in prossimità all' edificio di presa, come era progettato dal Carli, uno sfioratore avente 10 luci da m. 2, 00 cadauna, cosicchè sarà resa facilissima la manovra di esercizio di questo primo tronco derivatore.

In conseguenza dell'alzamento di pelo del canale derivatore, ne venne la necessità di rialzare tutta la I. conca di m. 1, 30; di più per rendere indipendente l'asciutta del resto del vecchio Naviglio dal tronco derivatore, venne applicato, davanti le prime porte della I. conca un sistema di panconatura ad assicelle verticali, che potrà permettere di mantenere l'acqua nel canale derivatore, pur asciugando la I. conca e tutto il Naviglio successivo.

4.° *Edificio di presa del Canale d'ammissione.* — Questo edificio, impostato nel vano tagliato quasi completamente nella roccia, costituisce la presa nuova del canale d'ammissione; esso è formato da N. 6 bocche aventi m. 2, 41 d'altezza e m. 2, 30 di luce libera. Ciascuna bocca è munita di cappello in granito per modo che la sua luce è

rettangolare; le pile, le spalle e le soglie sono in granito di Baveno.

La struttura è delle più semplici, e solo fu studiato in modo speciale il sistema di chiusura, che è costituito per l'esercizio da paratoje piane di ferro, e pel caso di riparazioni a queste paratoje, da due ordini di panconature di cui l'uno trovasi a monte e l'altro a valle delle paratoie d'esercizio. Mediante le panconature doppie con interposizione d'argilla è possibile asciugare ciascuna bocca isolatamente, e passare alla riparazione pulitura e coloritura di una paratoja d'esercizio, senza interrompere il funzionamento del canale, che resta alimentato dalle altre cinque bocche.

Le paratoie disegnate in dettaglio nelle tavole di disegno sono costituite da una intelaiatura di ferri d'angolo distanziati conformemente alle pressioni verticali dell'acqua; per impedire l'inclinazione della paratoja, che ha una sola vite centrale di manovra, furono applicati quattro rulli che scorrono lungo le pareti delle bocche. In tal modo si rende facile la manovra ed il meccanismo è ridotto alla massima semplicità. Per ottenere una tenuta quasi perfetta gli stivi in granito furono spianati e levigati con molta accuratezza.

Per tener conto del caso in cui il canale potrebbe essere svuotato a valle, il meccanismo di sollevamento a vite perpetua fu munito di un doppio ingranaggio che può ridurre a metà la velocità di manovra nei casi di massima pressione.

Con ciò si ha la massima velocità nei casi ordinarii di regolazione, e la velocità ridotta nei casi eccezionali di prosciugamento e di reimmissione dell'acqna del canale.

Per la apertura o chiusura completa di una paratoja occorrono 30 minuti nei casi ordinarii, e 60 minuti nel caso eccezionale suaccennato.

Le paratoje e relativi meccanismi furono eseguiti, su nostri disegni, dalla ditta Ing. Ernesto Breda e C. di Milano.

Una disposizione speciale, che ha molta importanza per l'esercizio, sta nell'avere assegnato all'edificio di presa un numero di bocche eguale a quello dei motori idraulici; con ciò la soppressione di un motore o la sua messa in azione corrisponde alla chiusura od apertura completa di una bocca dell'edificio di presa.

Le condizioni idrauliche normali di questo edificio sono le seguenti:

Altezza dell'acqua a monte dell'edificio H_1 = m. 2, 61
» » » valle » H_2 = » 2, 39

Col dislivello $h =$ m. 0,22 risultante da queste condizioni, la portata, calcolata colla formula delle bocche a battente risulta per ogni bocca:

$$Q = \mu . a . b \sqrt{(2gh)} = 0,70 \times 2,41 \times 2,30 \sqrt{(2g \times 0,22)} = m^3\ 8,062$$

quando si assuma il coefficiente $\mu = 0,70$ delle bocche aventi le pareti con accompagnamento di natura liscia.

Le sei bocche possono dare adunque circa metri c. 48 al 1" e cioè alquanto di più della competenza; ma tale larghezza è utile per coprire le differenze che sono così frequenti nelle pratiche applicazioni.

5.° *Canale e bacino d' ammissione.* — Questo canale fu completamente cambiato in confronto del progetto Carli; egli supponeva di formarlo mediante una sola galleria circolare avente m. 2342, 25 di lunghezza, e m. 4, 50 di diametro, totalmente riempita d'acqua, la quale avrebbe agito in pressione. Il progetto nostro ha modificato il tracciato, riducendo il percorso a m. 2268 ed assumendo la sezione parte in galleria e parte in trincea.

La I. galleria ha m. 405 di sviluppo; è stata forata attraverso terreno di natura mista, formato da banchi e trovanti di grosso ceppo, alternati da strati di argilla compatta bruna ed ocracea.

Questa galleria fu fatta con rivestimento di cotto in callotta e di muratura di pietrame nelle pareti e nel fondo; lo spessore del rivestimento variò da m. 0, 60 a m. 0, 90 a seconda dei bisogni locali.

Alla I. galleria segue una trincea di m. 230 di lunghezza scavata in un avvallamento di terreno costituito da pochi trovanti di ceppo e banchi molto compatti di argilla.

La II. galleria ha m. 276 di sviluppo e trovasi nelle condizioni della I. per cui fu rivestita con spessore costante di m. 0, 80.

Dopo questa havvi un' altra trincea lunga m. 352, scavata quasi esclusivamente in massi rocciosi di ceppo.

Il canale termina colla III galleria avente m. 1005 di sviluppo, e questa fu scavata per circa m. 400 in roccia ed argilla, e pel resto in terreno ghiajoso alternato da banchi semiconglomerati. Il rivestimento di questa galleria, fatto come le altre, parte in cotto e parte in muratura comune, ha lo spessore variabile da m. 0,40 a m. 0, 80.

Il profilo altimetrico che correda la presente descrizione dà un'idea esatta dell'andamento di questo canale, che corre con pelo libero anche nelle gallerie.

La sezione delle parti in Galleria è stata studiata (Vedi Tav. 2 fig. 9)

in modo da soddisfare convenientemente alle spinte esterne del terreno, pur conservando una sezione fluida quasi quadrata, con che si è reso massimo il rendimento rispetto alla portata.

L'altezza della galleria dal fondo alla callotta è m. 5, 85, la parte bagnata è alta m. 4, 00; la massima larghezza è m. 4, 50; la larghezza di fondo m. 3, 90; l'area della sezione fluida è m. q. 16, 83; il perimetro bagnato m. 11, 54; il raggio medio m. 1, 45.

Nelle parti in trincea la sezione è quella trapezia con muri di sponda aventi la scarpa del $^1/_5$; nella Tav. 2 figura 8 si vedono due forme diverse del fondo e dei muri a seconda che il terreno era più o meno compatto e resistente.

I muri di sostegno sono a scarpa del $^1/_5$ verso il canale e verticali verso il terreno hanno lo spessore in sommità variabile da m. 0, 50 a m. 0, 70.

La sezione in trincea ha la larghezza in base di m. 3, 40; al pelo d'acqua m. 5, 40; l'altezza dell'acqua è m. 3, 90 come in galleria.

La sezione fluida della parte in trineea è m. 16, 80; il perimetro bagnato m. 11, 64; il raggio medio m. 1, 45.

Le sezioni fluide, tanto in galleria che in trincea, sono adunque perfettamente equivalenti.

La velocità media dell'acqua nel canale, calcolata colla formula Darcy e Bazin e coi coefficienti della muratura abbastanza liscia (II.ª Categoria) e cioè $\alpha = 0,00019$ e $\beta = 0,0000133$ risulta:

$$V = \sqrt{\left(\frac{1,45 \times 0,00095}{0,00019 + \frac{0,0000133}{1,45}} \right)} = \text{m. } 2,62 \text{ ai } 1''$$

e quindi la portata sarebbe:

$$Q = 16,80 \times 2,62 = \text{mc. } 44,216 \text{ al } 1''.$$

Se consideriamo, come è infatti, il canale a pareti molto liscie, essendo tutto rivestito con uno smalto di cemento, la velocità media sarebbe, coi coefficienti $\alpha = 0,00015$ e $\beta = 0,0000045$:

$$V = \sqrt{\left(\frac{1,45 \times 0,00095}{0,00015 + \frac{0,0000045}{1,45}} \right)} = \text{m. } 3,00 \text{ al } 1''$$

Ammettendo come probabile la portata media fra le due calcolate, si avrebbero mc. 47, 300 al 1", e cioè più della competenza del canale che è mc. 45, 00 al 1".

Uno studio speciale si è fatto in questo canale per evitare l'inconveniente che si avvera in quasi tutte le costruzioni consimili, e cioè il distacco del fondo dalle pareti, quando si immette l'acqua nel canale.

Generalmente avviene infatti che i muri di sponda sono fatti indipendentemente dal fondo, per modo che la costruzione bene equilibrata all'asciutto si trova in condizioni diverse coll'acqua; infatti nel caso nostro avremo sul fondo, quando sarà immessa l'acqua, una pressione di chilog. 4000 circa per mq. in più di quando fu eseguita la costruzione.

Tale pressione considerevole deve, quasi di necessità, tendere a staccare il fondo dalle pareti, quando non si abbia provveduto perchè ciò non avvenga.

Per evitare tale inconveniente si è adottato il criterio di collegare bene il fondo coi muri laterali e di più si è dato, specialmente nelle parti meno resistenti, una forma arcuata al sottofondo; si è costruita in altri termini una specie di volta murale, che trasmette la pressione del fondo sopra i muri laterali.

Tale provvedimento applicato anche in altre costruzioni, ci ha dato sempre ottimi risultati, e perciò lo abbiamo adottato su larga scala nel canale di ammissione che trovavasi in condizioni di fondazione non del tutto sicure.

Prima di occuparci del bacino di ammissione che trovasi al termine del canale adduttore, è degna di nota speciale la disposizione applicata allo sbocco del canale d'ammissione.

Preoccupati dal fatto che l'acqua sarebbe uscita dal canale d'ammissione colla velocità di m. 2, 70 circa e che quindi avrebbe potuto prodursi, oltre un sensibile rialzo del pelo d'acqua nel centro del bacino, anche un movimento poco uniforme all'ingresso delle varie bocche di presa delle turbine, abbiamo studiata la maniera di diminuire la velocità dell'acqua all'uscita della galleria.

Tale mezzo credemmo trovare col suddividere la galleria d'ammissione, presso il suo sbocco, in tre rami e nel formare anche un rapido svasamento a quello centrale.

Nella pianta generale d'assieme dell'impianto idroelettrico di Porto

(Tav. I) si vedono segnate le due gallerie sussidiarie aventi m. 3 di larghezza e l'allargamento della principale che da m. 4, 50 passa a m. 8 di larghezza.

Esaminiamo l'effetto di tali gallerie sussidiarie, che a prima vista è sembrato a qualcuno assai dubbio.

Supponendo per un momento che non esistessero le due gallerie laterali l'acqua dovrebbe uscire, come si è detto, con una velocità di m. 2, 70 al 1''. Ora l'acqua uscente dal canale con forte velocità, trovando nel bacino una massa liquida in riposo, si arresterà repentinamente e formerà un rigonfiamento alla superficie che teoricamente dovrebbe essere prossimamente eguale a $\frac{v^2}{2g}$, ma che effettivamente, per la perdita nell'urto per la deviazione laterale, supporremo circa

$$\frac{1}{2}\left(\frac{v^2}{2g}\right)$$

Alla velocità $v = 2{,}70$ corrisponderebbe adunque in pratica un rialzo di pelo di circa $h = \frac{0{,}37}{2} = 0{,}185$ m. nel centro in confronto del pelo d'acqua sui lati del bacino.

Voglio attenuare questo effetto e supporre ridotta a soli m. 0, 12 la differenza di livello fra il centro del bacino e quello dei lati. Ora se avvenga che sul lato della galleria principale si trovi aperto un canale sussidiario, questo sentirà l'effetto del richiamo prodotto dal pelo d'acqua depresso del bacino al suo punto di sbocco, e tale effetto sarà quello dovuto ad un carico di almeno $h =$ m. 0, 12, supponendo che al punto di derivazione del canale secondario si abbia la stessa quota di quella del centro del bacino, mentre effettivamente sarà di circa m. 0, 015 superiore.

Stando così le cose la velocità d'efflusso dell'acqua nelle Gallerie secondarie, che hanno la loro derivazione a m. 15, 50 dallo sbocco della galleria principale, dovrebbe aggirarsi intorno a m. 1, 50 al 1'' corrispondente ad $h = 0{,}12$ ove non avvenisse una depressione proporzionale del pelo del bacino pel fatto stesso dello sfogo a monte.

È difficile determinare esattamente il valore della velocità effettiva dell'acqua nelle due gallerie secondarie, però procedendo per approssimazioni successive, si arriva a trovare che, se ammettiamo nella

galleria centrale la velocità di m. 1,40, la sopraelevazione di pelo nel bacino sarebbe teoricamente di m. 0,10 e praticamente di circa m. 0,05, a cui corrisponderebbe la velocità d'efflusso delle due gallerie laterali di m. 1,00 circa.

Con queste velocità tenendo conto delle rispettive sezioni fluide, avrebbesi infatti la portata complessiva:

$$Q = 16,40 \times 1,40 + 2 \times 11,70 \times 1,00 = \text{mc. } 46,36$$

ossia poco più della portata di competenza normale.

Sembraci così avere dimostrata l'efficacia delle gallerie laterali, che non può essere messa in dubbio se non nel valore quantitativo, difficile da determinarsi con tutta esattezza.

Veniamo ora al bacino d'ammissione che ha importanza grandissima sul buon funzionamento idraulico delle prese in esso aperte per tradurre l'acqua alle turbine.

Questo bacino l'abbiamo ampliato quanto più era possibile, date le condizioni del terreno, e ciò per rendere più tranquilla e più imponente la massa d'acqua contenuta. È facile comprendere infatti che tanto più equilibrate fra loro saranno le erogazioui delle varie turbine quanto più lento sarà il movimento dell'acqua nel bacino, e quanto più invariabile sarà il pelo d'acqua nello stesso.

La superficie del nostro bacino è di circa 1000 mq. e l'altezza d'acqua è variabile da m. 4,10 a m. 1,50; la sua capacità è di circa mc. 3000.

L'Ingegnere Carli aveva assegnato a questo bacino dimensioni molto minori, ma credo che anch'egli, all'atto esecutivo, avrebbe trovato opportuno un considerevole ampliamento.

Le bocche di presa sono quanti i gruppi delle turbine e cioè 7, disposte simmetricamente rispetto all'uscita dell'acqua dalle tre gallerie.

Queste prese d'acqua sono precedute da una griglia in ferro che si estende per tutta la fronte del bacino, lasciando libera comunicazione dell'acqua fra le varie bocche dopo la griglia stessa.

Questa disposizione fu adottata allo scopo di uniformare il meglio possibile le condizioni idrauliche delle varie prese; infatti con questo artificio si ottiene che, se per un'eventualità qualunque, l'entrata dell'acqua attraverso la griglia è difficoltata davanti ad una delle bocche,

resta libero l'afflusso dell'acqua dai vani laterali esistenti fra la griglia e ciascuna pila.

Il sistema di griglia non ha nulla di particolare; essa è formata da sbarre di sezione 70 × 8 mm. collegate fra loro ad ogni serie di cinque.

I collegamenti sono tenuti molto bassi rispetto all'altezza delle lame per non impedire al rastrello di pulizia di scorrere alla superficie della griglia.

Ogni presa d'acqua è costituita da una camera avente metri 5 di larghezza e metri 4,50 di lunghezza; l'accesso dell'acqua avviene per due bocche divise da una sottile pila in granito avente metri 0,40 di spessore.

Nella parte anteriore della camera sono tagliati nelle pareti due ordini di stivi; quello anteriore, con doppio gargame, serve alla eventuale chiusura ermetica delle bocche che vien fatta con panconatura in legno e interposizione d'argilla; quello posteriore è destinato a ricevere le paratoje di esercizio ordinario.

Per potere, nei casi ordinari di messa fuori servizio di una turbina, impedire che l'acqua di fuga delle paratoje di esercizio, entri nel tubo e impedisca le operazioni di pulitura e coloritura del tubo e della turbina, fu disposto un ribassamento del fondo della camera dal quale venne diramato un tubo di ghisa, avente 200 mm. di diametro e munito di saracinesca, che può scaricare le acque di fuga nel vicino sfioratore-scaricatore.

Tali tubi allacciati tutti insieme possono anche servire ad altro importante ufficio, e cioè al riempimento del tubo adduttore delle camere di presa, senza aprire le paratoje di esercizio.

A tale scopo il tubo di allacciamento degli scarichi può essere tolto dalle comunicazioni dello sfioratore e posto in comunicazione con altro tubo derivante dal bacino d'ammissione, mediante la semplice manovra di due saracinesche.

Si è così evitato, con un mezzo semplicissimo, il troppo rapido riempimento del tubo e della camera, mentre nello stesso tempo è reso più agevole e sicura la uscita dell'aria dal tubo e dalla turbina. Si raggiunge ancora indirettamente un altro scopo, che è quello di manovrare sempre le paratoje di esercizio in acque quasi morte e quindi con grandissima celerità e sicurezza.

Per ottenere finalmente il perfetto funzionamento delle bocche, evitando sopratutto l'introduzione dell'aria trascinata dai vortici che si

formano alle imboccature dei tubi di presa, si è data una forte altezza all'acqua sopra queste ultime e precisamente si assegnarono m. 3 di battente, e venne diminuita il più possibile la velocità d'accesso dell'acqua nelle camere e nel tubo.

Le diverse velocità dell'acqua nei momenti delle maggiori portate (col fiume in piena), sono le seguenti:

Alle bocche d'ingresso delle camere	m. 0, 65 al 1"
Nella camera di presa sovrastante al tubo . . .	» 0, 38 » »
Nella strombatura formante l'imbocco del tubo .	» 1, 00 » »

Queste velocità sono assai più piccole di quelle usate in altri impianti, eseguiti da noi stessi, e nei quali abbiamo potuto verificare quanto sia importante questo dettaglio generalmente poco curato.

Riguardo alle condizioni di stabilità, specialmente del muro frontale, da cui diramano i grandi tubi, abbiamo adottati spessori molto maggiori di quanto darebbero le formule razionali pei sostegni delle acque, e di più abbiamo assegnato al paramento a valle d'ogni bocca, una forma arcuata che aumenta considerevolmente la resistenza al rovesciamento.

A provvedere allo eventuale scarico del bacino e di tutto il canale d'ammisssione nella parte più depressa ed in vicinanza dello sfioratore furono disposti due tubi di ghisa del diametro di m. 0, 60, i quali colla carica completa di m. 10, 00 (differenza fra l'imbocco e lo sbocco) e collo sviluppo di m. 27, 00, corrispondente ad una pendenza I = 0, 35, danno una portata di m. 2, 827 per ciascuno e complessivamente mc. 5, 654 al 1".

Siccome lo scarico dell'acqua del canale d'ammissione, nel caso di sospensione di tutto l'impianto delle turbine, avviene oltre che per mezzo dei tubi di fondo anche per sfioramento, si può concludere che in meno di due ore potrà essere asciugato l'intero canale ed il bacino d'ammissione, che contengono assieme mc. 43 000 d'acqua.

Per evitare finalmente che i detriti od altre materie solide trascinate dal canale possano introdursi nelle turbine, abbiamo tenuto le soglie delle bocche di presa m. 1, 00 più alte del fondo del bacino.

La struttura dei muri perimetrali del bacino, del fondo e delle camere di presa è tutta in calcestruzzo composto parte con calce

eminentemente idraulica, e parte con cemento Portland di Casale (Società Anonima).

Per facilitare la formazione delle murature abbastanza complesse, furono costruiti i paramenti esterni di cotto, limitando le gettate di calcestruzzo a m. 0, 30 di altezza per volta.

Si è così ottenuta una massa murale omogenea compattissima e di grande impermeabilità.

Per maggior precauzione tutte le faccie interne del bacino e delle camere di presa, sono rivestite di un intonaco di cemento Portland.

(Continua). Ing. PAOLO MILANI.

STIMA ANALITICA DEGLI ALBERI.

ARTICOLO I.
Alberi da frutta.

I.
ALBERI SISTEMATI.

§ 1. Intendiamo per alberi da frutta sistemati quelli che per ciascuna specie percorrono tutti gli anni di loro vita in gruppi pressochè di ugual numero, da offrire in complesso ed in perpetuo, mercè il rimpiazzo dei nuovi a quelli che successivamente muoiono, la medesima quantità di produzione annuale, astrazion fatta dagli eventuali infortuni.

§ 2. Gli alberi sistemati d'ordinario si trovano talmente commisti per età e così disseminati nel fondo da dare per ogni unità di superficie la identica quantità di rendita. Ed allora le analisi dei ricolti saranno fatte su di un ettaro qualunque, ovvero su di una estensione maggiore o minore, a seconda l'ampiezza del fondo, per così rapportare a questa il rinvenuto reddito unitario.

§ 3. Se la produzione del fondo fosse sensibilmente diversa da un sito all'altro, per la varia natura del terreno, esposizione ed altro, occorrerà praticare le analisi per ciascuno di essi, ed i risultati ottenuti si moltiplicheranno per le estensioni delle consimili zone, la somma dei cui prodotti rappresenterà il reddito dell' intiera proprietà rustica.

§ 4. Ed il prezzo d'estimo di un podere con alberi sistemati è dato elevando a capitale l' ammontare del relativo provvento annuale ricavato come sopra.

II.
ALBERI NON SISTEMATI.

§ 5. Gli alberi non sistemati, per l'opposto dei precedenti, sono quelli di cui ciascuna specie è impossibilitata offrire la stessa quantità di rendita annua, perchè non costituita da tutte le gradazioni di età, oppure che malgrado le raggiungono, ognuna di queste non comprenda lo stesso numero di individui legnosi.

Per la stima di cotali alberi dovranno anzitutto separarsi le diverse loro

specie, ed indi classificare le piante di ciascuna specie per gruppi della medesima età, onde applicare direttamnte al numero di quelle componenti ogni gruppo le formole che qui appresso indicheremo. E queste formole riflettono la somma di due valori, l'uno degli esistenti alberi nell'età e stato in cui si presentano all'atto della stima *(capitale alberi, valore reale o valore del soprassuolo)*, l'altro della zona di terra che li contiene capace di dargli vita ed alimento ed a riprodurne periodicamente la specie *(capitale terra, valore virtuale o valore del suolo)*.

§ 6. Noi affin di semplificare i calcoli delle cennate formole, e più di tutto a rendere facile la ricerca dei dati numerici da introdurre in esse, onde ne sia possibile l'applicazione, considereremo la intera vita degli alberi siccome ripartita in quattro stadi, cioè l'*improduttivo*, formato dai loro primi anni; il *crescente o d'incremento*, contenuto tra il primo anno di frutto e quello in cui la quantità di questo è divenuta massima; lo *stazionario o maturo*, costituito da tutto il tempo che la produzione si mantiene pressochè la stessa; ed il *decrescente*, che comprende il periodo nel quale il ricolto comincia a scemare sino ad estinguersi del tutto per l'avanzata età dell'albero, ed assumeremo per ognuno di siffatti tre stadi produttivi la rendita annuale media e compensata.

Inoltre siccome i nuovi alberi che vanno a rimpiazzare i vecchi possono essere piantati appena questi periscono; oppure tra i filari dei vecchi e quando questi sono vicini all'atterramento; ovvero che tra due successivi piantamenti si lascia la terra per un certo tempo esclusivamente a semina, così esporremo le norme per la determinazione del capitale terra, subordinatamente ad ognuno di siffatti tre sistemi di rinnovamento degli alberi; e tale capitale terra va calcolato solo quando la produzione arborea è in perpetuo conservata nel podere mercè il rimpiazzo continuo delle nuove piante a quelle che naturalmente periscono.

Primo sistema.

§ 7. **Alberi di n anni.** — *Capitale alberi* — Il valore degli alberi allorchè sono arrivati all'ultimo anno di loro esistenza, ossia all'n^{mo}, è rappresentato dal costo T' dei rispettivi tronchi abbattuti, determinato in base dell'uso cui si prestano e detratte le corrispondenti spese.

Capitale terra — Dinotando con β, β', β'', β''' i numeri di anni dei cennati quattro stadi componenti la vita delle piante, cioè, l'improduttivo, il crescente, lo stazionario ed il decrescente e con a, b, c le rendite, depurate dalle spese di coltura e trasporto dei prodotti al sito di smercio, che mediamente si ottengono per ciascun anno di questi ultimi tre stadi, le accumulazioni di tali rendite all'ultimo anno del rispettivo stadio, sono:

$$a\,\frac{q^{\beta'}-1}{r}=\mathrm{A};\; b\,\frac{q^{\beta''}-1}{r}=\mathrm{B};\; c\,\frac{q^{\beta'''}-1}{r}=\mathrm{C}$$

in cui q è uguale ad $1+r$, essendo r l'interesse annuo di una lira.

Ed accumulando a loro volta le A . B . C alla fine dell'ultimo anno di vita dell'albero e sommando i risultati si ottiene:

$$A q^{n-(\beta+\beta')} + B q^{n-(\beta+\beta'+\beta'')} + C = M$$

A questa somma M aggiunto il costo T dei tronchi abbattuti e sottratte le spese d'impianto V riferite a detto ultimo anno (1) risulta, ponendo $M + T - V = P$, l'ammontare del capitale terra, che è:

$$\frac{P}{q^n - 1}$$

§ 8. **Alberi in età crescente.** — *Capitale alberi.* — Il valore degli alberi in età crescente si determina calcolando tutte le rendite che restano a percepirsi pei rimanenti m anni di loro vita, indi si troveranno come innanzi le accumulazioni di siffatti residuali rendite prima alla fine dei propri stadi e poscia dei risultati rispetto all'epoca dell'atterramento. Alla somma N di queste ultime quantità aggiungendo il costo T dei fusti, il risultato $N + T$, che dinoteremo con Q, portato al tempo della stima, ossia m anni indietro, dà il valore attuale degli alberi crescenti, che è:

$$\frac{Q}{q^m} \quad (2)$$

Capitale terra. — Dinotando come avanti con m gli anni che devonsi aspettare onde gli alberi di età crescente giungessero all'epoca dell'atterramento, ossia all' n^{mo} anno, il corrispondente capitale terra vien dato portando l'altro capitale terra quì innanzi trovato, m anni indietro, ossia al tempo della stima, così:

$$\frac{1}{q^m} \cdot \frac{P}{q^n - 1}.$$

Esempio — *Un albero vive approssimativamente anni* 40*: nei primi suoi* 7 *anni non dà alcun utile; negli altri* 10 *susseguenti offre in media all'anno L.* 2, 60 *di frutta; negli altri* 15 *che costituiscono lo*

(1) Le spese d'impianto sono quelle occorrevoli per la perenne conservazione del piantamento. Dinotando con A la spesa che accade al principio del 1.° anno per compra degli alberelli, apertura delle formelle, concime ed altro e con B, C, D..... le altre che fossero necessarie nel 2.°, 3.°, 4.°..... anno per speciale governo e custodia, si riferiranno tutte alla fine dell'ultimo anno di vita degli alberi con la formola:

$$A q^n + B q^{n-1} + C q^{n-2} + \ldots = V.$$

(2) Questa formola si applica da sola, indipendentemente cioè dal sottoposto terreno, qualora debba stimarsi il danno per taglio abusivo di alberi fruttiferi crescenti.

stadio di massimo ricolto, annuali L. 4, 00; *e negli ultimi* 8 *anni, annuali L.* 3, 20. *Si cerca il valore del suolo e del soprassuolo, supposto che tale albero al tempo della stima sia giunto al* 40.° *anno di sua esistenza, che il costo del tronco sia di L.* 6, 00 *e la spesa d'impianto al principio del solo* 1.° *anno di L.* 5, 00.

Il valore del soprassuolo, ossia il capitale albero, è dato dal riferito costo del tronco in L. 6, 00.

Il valore del suolo, cioè il capitale terra, fissato l'interesse del 5 *per cento, è formato:*

1.° *Delle accumulazioni di dette rendite alla fine dei rispettivi stadii di anni* 10, 15 ed 8, quali sono:

$$2,60\,\frac{q^{10}-1}{r}=32,70$$

$$4,00\,\frac{q^{15}-1}{r}=86,31$$

$$3,20\,\frac{q^{8}-1}{r}=30,55$$

E questi risultati accumulati a loro volta all'ultimo anno di vita dell'albero, posto mente che il terzo di essi già si trova riferito a tale epoca divengono:

	$32,70\ q^{23} =$	L. 100, 43
	$86,31\ q^{8} =$	» 127, 51
		» 30, 55
2.° *Del costo del tronco abbattuto in*		» 6, 00
	Sono	L. 264, 49
3.° *E della spesa d'impianto in L.* 5, 00 *portata all'ultimo anno di vita dell'albero, cioè* $5\ q^{40} =$		» 35, 20
	Restano	L. 229, 29

Differenza che divisa per q^n-1 *dà il capitale terra ad n anni, che è*:

$$\frac{229,29}{q^{40}-1}=37,96.$$

Risulta così il cercato valore del suolo e del soprassuolo cioè:

$$37,96+6,00=\text{L. }43,96.$$

E se lo stesso albero si trovasse al tempo dell'apprezzo alla fine del 23.° *anno di età, il capitale albero si comporrebbe.*

1.° *Delle accumulazioni delle rendite di L.* 4,00 *e di L.* 3,20 *alla fine dei relativi stadi di anni* 9 (1) *e di anni* 8, *quali sono*:

$$4,00 \frac{q^0 - 1}{r} = 44,10$$

$$3.20 \frac{q^8 - 1}{r} = 30,55$$

E tali quantità accumulate all' ultimo anno di vita dell' albero, danno:

$44,10\, q^8 =$	L.	65,15
	»	30,55
2.° *E del costo del fusto in* . . . , ...	»	6,00
Sono	L.	101,70

Questa somma portata all' anno della stima dà il valore attuale del riferito albero, che è:

$$\frac{101,70}{q^{17}} = 44,37$$

Circa il capitale terra corrispondente all' albero medesimo, esso è dato scontando all' attualità, ossia portando 17 *anni indietro l' altro in L.* 37,96 *precedentemente trovato ad n anni, e si ha*:

$$\frac{37,96}{q^{17}} = 16,56.$$

Si ottiene così il valore attuale del cennato albero a 23 *anni, con l'area di terreno ove rattrovasi, che è*:

$$16,56 + 44,37 = \text{L. } 60,93.$$

Secondo sistema (2).

§ 9. **Alberi di *n* anni, oppure di età crescente.** — Per un fondo i cui alberi vengono rinnovati associando i nuovi con quelli vicini ad essere

(1) Lo stadio maturo della durata di anni 15, comincia dal 18.ª anno a finisce al 32.°, cosicchè l'albero che al tempo della stima si trova, come si è detto, alla fine del 23.° anno, avendo percorso 6 anni del riferito periodo, ne rimangono altri 9.

(2) In questo sistema di rinnovamento degli alberi e nell'altro seguente, tratteremo della determinazione del solo capitale terra, andando gli a'beri sia che al tempo della stima si trovino all'ultimo anno di loro vita, sia in età crescente, valutati coi criteri indicati nel riferito primo sistema.

abbattuti, accade che questi secondi vivono gli ultimi loro x anni insieme ai primi x anni di quelli novelli; e tale fatto che dall'inizio della piantagione si verifica periodicamente in perpetuo, offre gli elementi per la determinazione del relativo capitale terra, il quale deve essere formato di quello avanti trovato corrispondente all' n^{mo} anno dell'albero vecchio e dell'altro che compete al giovane albero di x anni, e risulta:

$$\frac{P}{q^n - 1} + \frac{1}{q^{n-x}} \cdot \frac{P}{q^n - 1}$$

E se la stima avvenga quando l'albero è in età crescente di s anni, la precedente formola si muta nell' altra:

$$\frac{1}{q^{n-s}} \left(\frac{P}{q^n - 1} + \frac{1}{q^{n-x}} \cdot \frac{P}{q^n - 1} \right)$$

Esempio. — *Coi dati del precedente esempio suppongasi che il nuovo albero abbia 4 anni quando il vecchio ne ha 40, ossia che è giunto al tempo dell'atterramento. Abbiamo che se la stima avvenga in detto ultimo anno di vita dell'albero, al capitale terra rinvenuto come innanzi in L. 37, 96, devesi aggiungere l' altro capitale terra relativo all'alberetto di 4 anni, cioè:*

$$\frac{37,96}{q^{36}} = \text{L. } 6,55.$$

Ed il capitale terra cercato risulta:

$$37,96 + 6,55 = \text{L. } 44,51.$$

E se la stima abbia luogo allorchè l' albero si trovi nel 22.° anno di età, il corrispondente capitale terra è:

$$\frac{44,51}{q^{18}} = \text{L. } 17,24.$$

Terzo sistema.

§ 10. **Alberi di n anni, oppure di età crescente.** — Per la determinazione del capitale terra di un terreno con alberi il cui rinnovamento si alterni con periodi di egual durata ad esclusiva semina, si considereranno prolungati gli n anni di loro vita per quanta è la durata m di uno di detti periodi.

Esempio. — *Anche coi medesimi dati del mentovato esempio, suppongasi che la stima abbia luogo allorchè l' albero ha 40 anni e che ogni periodo a semina sia della durata di anni 6. Abbiamo che dovendo supporsi di anni 46 la vita dell' albero, le accumulazioni delle sue*

rendite alla fine dei relativi stadi di produttività cioè: 32,70; 86,31 *e* 30,55, *protratte fino all' indicata epoca, divengono:*

$32,70\, q^{29} =$	L.	134,59
$87,31\, q^{14} =$	»	170,88
$30,55\, q^{6} =$	»	40,94
Aggiunto il costo del fusto in L. 6,00, *che portato al* 6.° *anno, diviene* $6\, q^6 =$	L.	8,04
Sono	L.	354,45
E detratta la spesa d' impianto in L. 5,00, *riferita al* 46.° *anno, cioè* $5\, q^{46} =$	»	47,17
Rimangono	L.	307,28

Ed il capitale terra ad n anni risulta:

$$\frac{307,28}{q^{46}-1} = \text{L. } 36,43.$$

E se il riferito albero al tempo della stima abbia 33 *anni di vita, il corrispondente capitale terra sarà:*

$$\frac{36,43}{q^{13}} = \text{L. } 19,32 \ (1).$$

(1) Il capitale dell' indicata rendita, che dinoteremo con A, provveniente dalla semina, si determinerà trovando dapprima l'accumulazione M, di quelle che si ottengono durante il periodo di m, anni in cui essa avviene, rispetto all'ultimo anno del periodo stesso, mercè la nota formola:

$$A\frac{q^m - 1}{r} = M;$$

e poscia sostituendo questo valore nell' altra formola:

$$\frac{M q^a}{q^n - 1};$$

ove a è il numero di anni trascorsi dal cominciamento della vita dell'albero sino all'anno della stima.

Esempio. — Se la rendita data annualmente dalla semina durante il sopradetto periodo di 6 anni, fosse di L. 7,00, quale ne sarebbe il montante all' epoca della stima?

Dalla 1.ª di dette formole si ha:

$$7,00\frac{q^6 - 1}{r} = 47,61$$

Ed il valore capitale relativamente alla cennata età dell'albero di anni 40 risulta;

$$\frac{47,61\, q^{40}}{q^{46} - 1} = \text{L. } 35,52$$

E per rispetto al 33.° anno:

$$\frac{47,61\, q^{33}}{q^{46} - 1} = \text{L. } 25,25.$$

Annotazione I.

§ 11. Dal rinvenuto valore del suolo e soprassuolo degli alberi, dovranno prelevarsi le seguenti passività: *a*) il capitale del contributo fondiario; *b*) l'altro capitale corrispondente alle spese per guardiania, amministrazione ecc.; *c*) l'utile per *intelligenza direttiva,* spettante al proprietario, al colono parziario o al fittuario, secondochè il fondo è tenuto ad amministrazione diretta, a colonia, oppure ad affitto; *e*) ed una percentuale per mettere a calcolo i sinistri atmosferici, non che malattie e danni procurati e accidentali, che possono anzitempo far perire la pianta (*infortuni*), quale percentuale sarà tanto più alta per quanto più lunga è la residuale vita dell'albero, più delicata la sua specie, meno favorevoli le condizioni del sito.

§ 12. Dovendosi stimare giovani alberi fittamente piantati, si ponderera che un certo numero di essi dovrà successivamente togliersi onde dare agli altri il necessario spazio per ben vegetare e fruttare. Come pel contrario se l'albereto fosse assai sfolto per fatti speciali, come per eccezionale deficenza di piantoni, per tagli dolosi, per straordinaria malattia sopravvenuta, o per altro motivo, fa d'uopo che il perito nel determinare il capitale terra lo considerasse al completo.

§ 13. Accadendo l'apprezzo di alberi che si trovino alla fine dello stadio crescente o al principio di quello stazionario, e che la durata di quest'ultimo stadio nel mentre fosse assai lunga, quella dello stadio decrescente sia brevissima per natura o per taglio anticipato, onde dar posto alla nuova piantagione, come ancora che il costo dei loro fusti fosse molto tenue, potrà senza errore sensibile ritenersi il capitale della rendita corrispondente allo stadio stazionario, invece del conteggio analitico.

Esempio. — *Suppongasi un albero che possa vivere anni* 190, *il quale nei primi* 10 *anni non dà nulla, nei susseguenti* 50 *produca in media L.* 2,00 *all'anno, e negli ultimi* 130 *annue L.* 3,00. *Dato che al tempo della stima cotale albero si trovi al termine dello stadio crescente, se ne domanda il prezzo con l'interesse del* 5 %, *di unito alla zona di terra sulla quale trovasi, conoscendosi che la spesa d'impianto al principio del* 1.° *anno ascende a L.* 4,00 *ed il costo del fusto a L.* 5,00.

Abbiamo le seguenti accumulazioni delle rendite alla fine dei loro stadi:

$$2,00\,\frac{q^{50}-1}{r}=418,69$$

$$3,00\,\frac{q^{130}-1}{r}=34,020,44.$$

E tali accumulazioni prolungate sino all' ultimo anno di vita dell' albero, danno:

$418,69\, q^{130} =$	L.	237,958,61
	»	34,020,44
A cui aggiunto il costo del fusto in	»	5,00
Risultano . . .	L.	271,984,05
E sottratta la spese d' impianto, riferita all' epoca del taglio, cioè $4\, q^{190} =$	»	42,464,58
Rimangono	L.	229,519,47

Ed il capitale terra ad n anni è:

$$\frac{229,519,47}{q^{190}-1} = \text{L. } 21,65.$$

Circa il valore dell' albero, al termine come si è detto dello stadio crescente, non rimane a conseguirsi che il solo montante della rendita relativa allo stadio stazionario, che ascende come innanzi a L. 34,020,44

A cui aggiunto il costo del fusto in	» 5,00
Si hanno	L. 34,025,44

Quale somma unita al rinvenuto capitale terra, formano il totale di L. 34,047,09, *che portato* 130 *anni indietro, danno il valore dell'albero col suolo che lo contiene, che è:*

$$\frac{34,047,09}{q^{130}} = \text{L. } 59,96.$$

Invece il capitale della rendita di L. 3,00 *alla stessa ragione del* 5 *per cento ammonta a L.* 60,00. *Havvi perciò la differenza trascurabile di soli centesimi* 4.

§ 14. Taluni periti valutano direttamente e senza far uso di formole gli alberi di pari età. All' oggetto se questi trovansi al tempo della stima in uno dei periodi crescente, maturo o decrescente, assumono soltanto il prodotto medio di tal periodo e nel contempo mettono a calcolo per mezzo della ragione di ragguaglio l'aumento o diminuzione a cui il prodotto medesimo va incontro per effetto della età di quelli. Se poi gli alberi percorrono il periodo improduttivo per piccolezza di età, gli stessi periti li stimano per la spesa d' impianto accresciuta dei relativi interessi composti sino all'epoca della valutazione, tenendo in pari tempo conto nella ragione di ragguaglio del fondo del futuro graduale aumento di produzione.

§ 15. Non è esatto il criterio di coloro che nella stima degli alberi ritengono esclusivamente il loro prodotto attuale senza alcuna considerazione, sia con calcoli diretti sia con aumento o diminuzione della ragione di rag-

guaglio, di quelli relativi agli altri stadi, perchè trattandosi di alberi tutti nel periodo stazionario o maturo, risulterebbe pel fondo un valore relativamente alto, e quindi a danno dell'acquirente; come pel contrario riuscirebbe un valore basso, e perciò a danno del venditore, se gli alberi fossero tutti molto giovani o molto vecchi. È vero che per principio di economia la cosa che si vende deve essere riguardata nello stato in cui trovasi al momento del rilascio, ma tra l'altro nel caso dei detti alberi, trattandosi di un futuro prossimo certamente realizzabile, occorre che sia considerato nei calcoli estimativi.

§ 16. Da ultimo in riguardo allo stadio improduttivo degli alberi si fa notare che d'ordinario durante lo stesso i coloni introducono fra le piantine la semina, oppure diffondono la preesistente, così da procurarsi un utile che compensi in una certa misura la infruttuosità di quelle, circostanza che laddove avvenga deve essere tenuta presente dal perito.

ARTICOLO II.

Alberi legnosi.

§ 17. Presso i confini dei fondi a coltura si trovano di frequente filari di pioppi, oppure di pini, di noci ecc. Di siffatti alberi quelli che producono frutta vanno valutati coi criterì che quì innanzi abbiamo indicati, degli altri che non le danno esporremo quì appresso le formole per la loro stima, avvertendo che il capitale terra, come innanzi abbiamo detto, va posto a calcolo sempre quando gli alberi sono in perpetuo conservati nel fondo mediante il successivo rimpiazzo dei nuovi a quelli che si abbattono. E determineremo siffatto capitale terra subordinatamente ai riferiti tre sistemi di riproduzione arborea, quando cioè i nuovi alberi vengono posti immediatamente dopo che i vecchi sono atterrati; quando si piantano allorchè questi ultimi sono ancora in piedi; e quando tra una piantagione e l'altra si lascia per un certo tempo la terra ad assoluta semina.

Primo sistema.

§ 18. **Alberi maturi al taglio.** — *Capitale alberi.* — Questo capitale è dato dalla somma, che dinoteremo con M, del valore dei fusti, determinato in base della specie del legname, volume, aspetto fisico e stato di conservazione, detratte le spese per abbattimento, scortecciatura ed altre, e di quello delle chiome, secondochè sono atte per carboni, per legna da ardare o per confezionarne oggetti di uso industriale.

Capitale terra. — Chiamando con A la spesa d'impianto che ricade al principio del 1.° anno del piantamento quale spesa protratta sino all'ultimo anno di vita dello stesso diviene $A q^n$, e ponendo $M - A q^n = S$, avremo la espressione del capitale terra ad n anni, che è:

$$\frac{S}{q^n - 1}.$$

§ 19. **Alberi immaturi al taglio.** — *Capitale alberi e capitale terra.* — Conosciuta la somma M dei valori dei fusti e della chioma degli alberi ad n anni e determinato con la formola ultima il valore del corrispondente suolo relativo alla stessa epoca, le espressioni del capitale alberi e del capitale terra che competono agli alberi in età crescente, ossia ad m anni precedenti l'atterramento, sono rispettivamente:

$$\frac{M}{q^m} \text{ (1) e } \frac{1}{q^m} \cdot \frac{S}{q^n - 1}.$$

Esempio. — *In giro ad un terreno trovansi* 180 *pioppi di età anni* 60 *divenuti atti al taglio. Si domanda il valore tanto di essi che della striscia di terreno che li contiene, sapendosi che il loro costo ammonta a L.* 3,600 *e che la spesa d'impianto è di L.* 40.

Con l'interesse del 5 *per* $^0/_0$ *abbiamo:*

Capitale alberi . . . . L. 3,600,00

Capitale terra: $\frac{3,600 - 40\, q^{60}}{q^{60} - 1}$ = ... » 161,37

Totale L. 3,438,63

E se la stima di cotali pioppi avvenisse nel 25° *anno di loro età, si avrebbe:*

Capitale albero: $\frac{3,600}{q^{35}}$ . . . . L. 652,64

Capitale terra: $\frac{161,37}{q^{35}}$ = ... » 29,25

Totale L. 681,89

Secondo sistema (2).

§ 20. **Alberi maturi o immaturi al taglio.** — Se i nuovi alberi vengono piantati x anni prima che trascorrino gli n anni di vita di quelli vecchi, si otterranno le seguenti altre formole del capitale terra, secondochè la stima ha luogo quando gli alberi sono giunti al tempo dell'atterramento, oppure si trovino nell'età crescente di s anni:

$$\frac{S}{q^n - 1} + \frac{1}{q^{n-x}} \cdot \frac{S}{q^n - 1};$$

$$\frac{1}{q^{n-s}} \left(\frac{S}{q^n - 1} + \frac{1}{q^{n-x}} \cdot \frac{S}{q^n - 1} \right).$$

(1) Questa formola si adopera isolatamente allorchè devesi stimare l'indennizzo per taglio doloso di alberi crescenti.

(2) Tanto per questo secondo sistema che pel terzo a dirsi ci occuperemo del solo capitale terra, stimandosi gli alberi nel modo cennato nel primo sistema..

ESEMPIO. — *Se i* 180 *pioppi dell' esempio quì innanzi cennato venissero rimpiazzati quando sono giunti al* 50.° *anno di vita, si otterrebbe, pel capitale terra, qualora la stima avesse luogo allorchè i detti alberi hanno* 60 *anni :*

$$\frac{3600 - 40\, q^{60}}{q^{60} - 1} + \frac{1}{q^{50}} \cdot \frac{3600 - 40\, q^{60}}{q^{60} - 1}$$

ossia :

$$161,37 + \frac{161,37}{q^{50}} = \text{L } 175,43$$

E se al tempo della stima i medesimi alberi si trovino nella detta età di anni 25, *si ottiene :*

$$\frac{175,43}{q^{35}} = \text{L. } 31,80.$$

Terzo sistema.

§ 21. **Alberi maturi o immaturi al taglio.** — Sia v la durata del periodo a semina, il valore del capitale terra è dato da una delle seguenti due formole, a seconda che la stima avvenga allorchè gli alberi sono maturi od immaturi al taglio:

$$\frac{S}{q^{n+v} - 1};$$

$$\frac{1}{q^{m}} \cdot \frac{S}{q^{n+v} - 1}$$

ESEMPIO. — *Se tra due successivi piantamenti dei* 180 *pioppi di cui è parola nel precedente esempio, la terra si lasciasse per* 3 *anni esclusivamente a semina, il capitale terra, allorchè gli alberi sono divenuti maturi al taglio è :*

$$\frac{3,600 - 40\, q^{60}}{q^{63} - 1} = \text{L. } 138,33.$$

E laddove al tempo della stima i detti alberi fossero di età anni 25 *si otterrebbe :*

$$\frac{138,33}{q^{35}} = \text{L. } 25,07.$$

(Continua).

Ing. CARLO SCALA.

MANICOMIO PROVINCIALE DI GENOVA

IN QUARTO AL MARE

***Eseguito su progetto dell'Ing.* VINCENZO CANETTI.**

(Vedi Tav. 3, 4 e 5 e la I. in eliotipia).

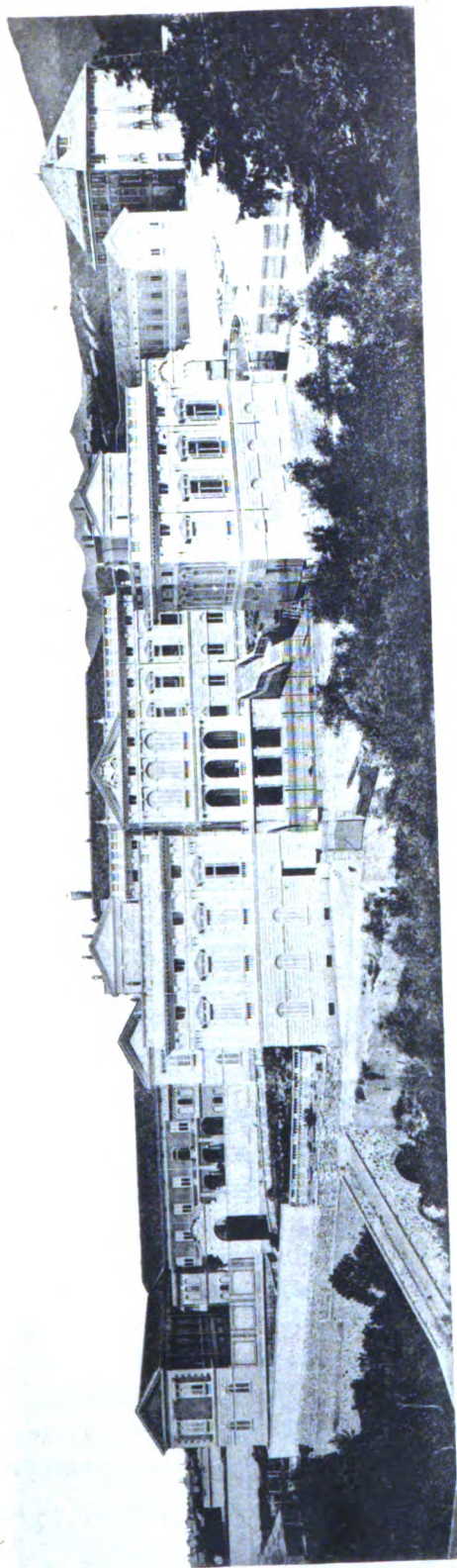
Cenni Generali.

È concetto generale dell'igiene moderna che ai padiglioni destinati a ricovero d'infermi debba assegnarsi il massimo isolamento. Ma quanto maggiore è il disseminamento e la distanza reciproca dei fabbricati in uno stabilimento, tanto più ne riesce costosa la sorveglianza ed il servizio. Per questa ragione il concetto generale dell'isolamento ha subito molte restrizioni ed ha creato negli architetti la necessità di studiare soluzioni a volta a volta diverse, ma miranti sempre a conciliare due termini per sè opposti, la minima spesa ed una segregazione igienicamente sufficiente dei fabbricati.

Epperò dovendosi pubblicare a Genova un concorso per un progetto di manicomio provinciale stabilivasi in programma che *i servizi fra i diversi padiglioni si dovevano fare a mezzo di una galleria coperta che ponesse in comunicazione i padiglioni stessi fra loro tanto al pianterreno quanto al superiore, e che dovea il manicomio essere costituito da due grandi scomparti di eguale capacità per i due sessi, separati fra loro dagli edifizi assegnati ai servizi generali.*

Restava così ben definito il tipo di manicomio che volevasi dall'Amministrazione, tipo che poteva convenire specialmente a Genova, dove le aree disponibili sono soverchiamente limitate, dove i venti dominanti già di per sè compensano largamente al difetto di ventilazione che da un isolamento non completo dei padiglioni poteva temersi, e dove ancora i portici di servizio riuscivano assai indicati per difendere il per-

MANICOMIO PROVINCIALE DI GENOVA A QUARTO AL MARE

su progetto dell'Ing. Vincenzo Canetti

sonale dall'irrompere troppo repentino e violento della pioggia e della tramontana.

Fra i progetti presentati a concorso si diede la preferenza a quello compilato dall'Ing. Vincenzo Canetti di Vercelli, progetto che con pochi cenni verremo descrivendo.

Disposizione generale dell'edificio.

L'area assegnata all'erigendo edificio era di circa metri q. 70 000, di cui 40 000 all'incirca pianeggianti e gli altri protendentisi a tramontana e ponente in costa, a fortissimo declivio e coperti da una folta e rigogliosa pineta.

La parte pianeggiante offriva geometricamente la figura di un trapezio con lati paralleli di m. 240, e 160, con un'altezza di m. 140, e già presentava costrutta una villa che volevasi dall'Amministrazione provinciale conservata.

Si è quindi spianata detta area ad una quota di m. 44 sul livello del mare.

Le palazzine solo d'alloggio del direttore e vice-direttore (che doveano tenersi esterne allo stabilimento) si collocarono più basse a m. 39, ossia al piano della strada comunale d'accesso, le si riunirono con una cancellata e dal piazzale compreso fra di esse si fecero partire due rampe che conducono sotto al portico di prospetto del fabbricato d'Amministrazione.

Per tal guisa le vetture che portavano i ricoverati potevano entrare nel piazzale, salire la rampa a sinistra, entrare sotto il portico, lasciar scendere a coperto le persone ed imboccando la rampa di destra riuscir di nuovo sul piazzale e da esso alla strada.

Ed il piazzale essendo a sua volta a livello dei sotterranei del fabbricato d'Amministrazione permetteva ai carri dei fornitori d'introdurre con facilità nelle cantine le botti, e le provviste alimentari. Quanto ai carboni per le macchine applicate ai servizi generali si ritenne comodo portarli direttamente (per una strada di circonvallazione che circonda entro cinta i fabbricati) al sotterraneo della lavanderia ove son poste le caldaie, e che è a livello della strada stessa di circonvallazione.

Fabbricato d'Amministrazione. — Dalle rampe succitate si passa, come già si è detto, al fabbricato d'Amministrazione, che è pur legato alle palazzine di prospetto da due grandiose scalinate, che fiancheggiano il piazzale d'ingresso e formano col palazzo suddetto e le palazzine il prospetto principale dello stabilimento.

In questo fabbricato si disposero a terreno un atrio centrale a cui si mette capo dal portico per le vetture suddescritto. Da quest'atrio di fronte si passa allo scalone d'Amministrazione che conduce ai locali di ricevimento, di feste e di riunioni che trovansi al 1.° piano; a destra si passa ai locali d'accettazione, di visita, di farmacia, non che agli uffici del direttore, vice-direttore e medici astanti, a sinistra ai locali d'amministrazione, all'economato e magazzeni dipendenti; alla tesoreria ufficio di posta e telefono ed alla scala d'accesso ai sotterranei che sono esternamente a livello del piazzale d'ingresso.

Al 1.° piano lo scalone conduce ad un salone per congressi medici, susseguito da una biblioteca, da un archivio, da sale per analisi, da un museo e da camere d'alloggio per qualche alienista in missione a detto stabilimento, non che da una grande sala di trattenimento per gli alienati.

Fabbricato per le cucine. — Procedendo sull'asse centrale dello stabilimento dopo i locali d'Amministrazione, vengono le cucine, divise dai primi mercè un ampio cortile.

Esse sono disposte in un fabbricato ad un piano unico terreno e che contiene la grande cucina, il magazzeno viveri, i locali di risciacquo quelli per la lavatura delle verdure, per la pesatura e per la divisione dei viveri e del vino.

Parlandosi degli impianti pei servizi generali si darà di detta cucina e degli apparecchi in essa contenuti un'ampia descrizione.

Questo fabbricato è collegato da un lato con porticati allo stabilimento, e dall'altro lato con un binario che dalla porta della cucina trasporta su appositi carrelli i viveri a tutti i vari refettori delle diverse sezioni che prospettano i cortili interni di servizio, di cui più tardi faremo cenno.

Chiesa e Bagni. — Sempre sull'asse centrale dello stabilimento, e diviso da altro ampio cortile dalla cucina, sorge il fabbricato che contiene a terreno la guardaroba ed i bagni e la chiesa; ed al primo piano l'alloggio delle suore e del personale dipendente di guardaroba e lavanderia.

L'edificio dei bagni contiene, come spiegheremo dettagliatamente nel capitolo relativo all'impianto dei servizi, la sala idroterapica con tutti gli apparecchi necessari alle varie cure, e dieci camerini da bagno con tinozze in marmo.

La chiesa ha distinti ingressi per gli uomini e per le donne, e tribune al primo piano per gli impiegati e per le suore.

Le guardarobe contengono tutti gli scaffali occorrenti a contenere la biancheria e gli abiti pei ricoverati, i locali pel rammendo e quelli per la stiratura e piegatura.

Gli alloggi al 1.º piano contengono i dormitori, e il refettorio per le suore, l'ufficio e camera per la madre superiora; e le camere pel personale dipendente.

Lavanderia. — Sempre divisa da un cortile dal precedente fabbricato e sempre sull'asse centrale dello stabilimento sorge pure la lavanderia che è a tre piani; uno sotterraneo verso levante, ma fuori terra dal lato di ponente e che contiene le caldaie, le motrici ed i magazzeni di deposito del carbone; un'altro a terreno che contiene tutte le macchine per lavare ed il locale di cernita della biancheria; un terzo finalmente al 1.º piano che contiene gli essiccatoi a vapore, e che è legato con ascensore a vapore col pianterreno pel sollevamento dei carrelli della biancheria.

Tutte le macchine ed il modo loro di funzionamento verrà descritto trattandosi dell'impianto dei servizi.

A livello del sotterraneo apresi a ponente un ampio piazzale, dal quale discendendosi a mezza costa si passa da un lato al fabbricato mortuario, dall'altro a quello per malattie infettive, nascosti entrambi fra le piante e perfettamente segregati da tutto lo stabilimento.

A questo piazzale mette pur capo la strada di circonvallazione che ricinge entro cinta tutto l'edificio e che serve al trasporto dei carboni senza disturbo, senza polvere, e senza pericolo pei ricoverati.

Fabbricato mortuario. — Esso consta di un padiglione ad un piano oltre il terreno. In quest'ultimo venne collocata la sala mortuaria, il deposito per le barelle e casse ed un ascensore che comunica col primo piano pel sollevamento alla sala anatomica dei cadaveri. Questa ha due tavoli anatomici, un locale per armamentario e gabinetto medico, un altro gabinetto di pulizia e latrina ed un terrazzo per porvi ad asciugare i pezzi preparati.

Il pavimento è in porcellana, le pareti a smalto, i tavoli anatomici forniti d'acqua a pressione calda e fredda, con focolari appositi di ventilazione e condotti a chiusura idraulica di scolo dei liquidi di rifiuto.

Fabbricato per contagiosi. — Esso non fu ancora costrutto, ma consta in progetto di due padiglioni accoppiati, uno per ciascun sesso. Ciascun padiglione ad un solo pianterreno si compone di un vestibolo speciale d'ingresso da cui si passa a destra in un corridoio che dà accesso alla sala d'infermeria, capace di 12 letti, a camere speciali di segregamento, ad un locale pel medico e guardaroba corrente, ad un altro per l'infermiere, ad una cucinetta, ad una latrina e bagno e ad una sala di soggiorno. A sinistra del vestibolo d'ingresso un'altra porta dà comunicazione ad una camera, collegata pure al corridoio suaccennato e nella quale si disinfetta e muta abiti il personale di servizio, prima di uscire dal padiglione.

Locale di disinfezione. — Annessi alla lavanderia ed a distanza non grande dal padiglione di sequestro, sonvi i locali per la disinfezione. Constano essi di un primo spazio in cui vengono introdotti gli oggetti da disinfettare ed immessi nella stufa che ha la sua bocca o porta di presa in detta camera.

Un altro locale attiguo al precedente e da esso diviso con parete murale attraversata dalla stufa suddetta, serve per ritirare dalla stufa stessa gli oggetti disinfettati.

Attiguo al primo locale trovasi una camera con bagno in cui il personale applicato al servizio di disinfezione, si ripulisce e muta abito prima di passare alle altre sue occupazioni.

Riparti pei ricoverati.

A destra ed a sinistra della zona centrale di servizio, dei cui singoli fabbricati noi abbiamo precedentemente tenuto parola, si svolgono i due scomparti perfettamente fra loro uguali pei ricoverati di ciascun sesso.

Essi dovevano, secondo il programma, dividersi in cinque distinte sezioni.

Tranquilli e tranquille	280
Epilettici e mesti	140
Semi-agitati e semi-agitate . .	140
Agitati ed agitate	70
Infermi ed inferme	70
	700

Tranquilli. — La sezione destinata ai tranquilli si compone per ogni sesso di tre padiglioni, due fra loro paralleli ed il terzo normale ad essi ed attiguo alla corte centrale interna di servizio, nella quale si disposero i binari pel trasporto dei viveri alle varie sezioni.

Quest'ultimo padiglione contiene quindi a terreno i refettôri prospicenti la corte suindicata e muniti di dispense che s'aprono verso detta corte per ritirare i viveri dai carrelli.

Gli altri padiglioni paralleli contengono a terreno laboratori e sale di soggiorno, e tutti poi al primo piano sono adibiti a dormitorii, due per padiglione separati fra loro dai locali per latrine, lavatoi e stanze per gli infermieri di guardia.

Le scale tutte in marmo, sono disposte negli angoli d' incontro di detti padiglioni, sono in due rampe di m. 1, 60 di larghezza, e tali che la prima rampa è racchiusa fra due muri, la seconda libera e difesa solo da una vetrata, giusto l'antico ed elegante costume genovese.

Le pareti sono ricoperte sino a m. 2, 50 dal suolo da vernice inattaccabile dagli acidi e dall'acqua; i soffitti a terreno sono in poutrelles e volterrane di mattoni forati speciali di cm. 20 di spessore; quelli sotto tetto più sottili sono sorretti da poutrelles che formano ad un tempo catena delle capriate.

Ciascun dormitorio ha m. 20 di lunghezza, m. 8 di larghezza, m. 5,30 d'altezza e quindi una cubatura per letto di m. c. 43, una superficie di m. q. 8 e n. 10 finestre, cinque per ogni lato longitudinale della sala.

Dei lavatoi, delle latrine, delle condutture di scarico, dell'acqua potabile, e dei serramenti si parlerà più avanti.

Epilettici e semi agitati, — Queste due sezioni formano col loro insieme un edificio analogo a quello già descritto pei tranquilli.

Dei due padiglioni paralleli uno è adibito ad una categoria, l' altro all'altra categoria d' alienati; ed il terzo padiglione normale ai due primi è per metà destinato ad una, per metà all'altra sezione.

Se si eccettui che, oltre ai dormitorii per 20 infermi se ne hanno anche dei minori per 4 ed 8 alienati (occupando a tal uopo i locali destinati ai laboratori che in queste sezioni non occorrono) e se si aggiunge che in queste sezioni si disposero pure camerini da bagno ed apparecchi di doccie diversi, non possiamo pel resto ripetere che quanto già si disse in merito ai padiglioni dei tranquilli circa il modo di struttura, le dimensioni assegnate ai locali, le scale, le corti, i refettori ed i servizi.

Agitati ed agitate. — Questa sezione merita uno studio maggiore per alcune particolarità di struttura che sono ad essa necessarie.

Essa consta di due fabbricati distinti, uno a due, l'altro ad un sol piano.

Il primo (addossato alla corte centrale interna di servizio) contiene a terreno due locali per bagni e doccie, una sala di soggiorno, un refettorio, una dispensa, ed una scala che va al piano superiore, ove si dispose un dormitorio destinato agli infermieri che possono così trovarsi pronti pel cambio di turno nella notte e per un improvviso bisogno d'aiuto ai loro compagni veglianti.

Il secondo fabbricato contiene 34 celle, divise fra loro da ampio corridoio, una camera per l'infermiere, le latrine ed il lavabo.

Un cortile centrale, piuttosto ampio, è racchiuso fra questi fabbricati ed una serie numerosa di cortiletti cellulari abbracciano e recingono esternamente le celle, riuscendo adiacenti alle loro pareti esterne, per

guisa che le finestre a terra di queste ultime apronsi direttamente sui detti cortili.

Ogni cella ha una superficie di m. q. 14, un volume di m. c. 70, contiene un letto fermato al pavimento, un seggiolone pur esso assicurato al suolo, e questo presenta una notevole pendenza verso un angolo, ove si dispose una bocchetta a chiusura idraulica.

Dall' esterno aprendosi una valvola, sgorga a livello del pavimento stesso un forte getto d'acqua che espandesi per tutta la cella, la lava e l' acqua di rifiuto esce dalla bocchetta e va per appositi condottini alla fognatura.

Le bocche di calore e quelle d'aria viziata si aprono e chiudono dal corridoio indipendentemente della volontà del ricoverato.

La lampadina ad incandescenza che illumina di notte la cella ha esterno l'interruttore, ha nascosti i fili, ed è difesa da apposita reticella.

Le finestre a terra sono costituite di tre parti; di telarini a vetri scorrevoli su rotelle e manovrati dall' esterno, di griglie in ferro apribili pur esse dall'esterno, e di persiane. Parleremo di esse diffusamente a proposito di serramenti.

Le porte sono doppie per ogni cella, una esterna verso corridoio e piena, per attutire i rumori; una seconda con feritoie verticali nelle specchiature per ispezionare dal corridoio gli alienati.

Tutti i cortiletti infine sono fra loro comunicanti mercè porticine, la cui chiave è a mani del personale; ed una tettoia metallica permette la manovra dei serramenti dall'esterno a riparo delle intemperie, dando aria e luce, o togliendola, secondo il bisogno, ai singoli ricoverati.

Infermeria. — Questo fabbricato collocato fra la zona centrale di servizio e la corte centrale interna di ciascun riparto, onde possa facilmente esser sorvegliato e curato, contiene gli infermi di malattie somatiche, ed ha a terreno una cucinetta, un refettorio, quattro celle d' isolamento, un acquaio, un bagno con doccie, e latrina.

Una scala identica a quelle già descritte dei tranquilli conduce al 1.° piano, ove si disposero una piccola guardaroba con farmacia corrente, uno stanzino di guardia, un'infermeria con 20 letti, quattro altre camere da letto, il bagno, l'acquaio e le latrine.

I pavimenti si fecero, come pei tranquilli, in esagoni alla Marsigliese, le pareti si rivestirono di vernici silicate, la cubatura, la superficie e le vetrate si disposero come pei tranquilli, e dei serramenti parleremo più innanzi.

(Continua).

La Redazione.

UN IMPORTANTE SARCOFAGO IN MILANO

DELLO SCULTORE MARCO D'AGRATE, DEL 1556

Non me Praxiteles sed
Marcus finxit Agrat'.

Il critico d'arte che osservi il grandioso monumento di Giovanni Del Conte posto nel fianco sinistro della Cappella di Sant'Ippolito in San Lorenzo Maggiore, non può a meno di notare una manifesta rassomiglianza nella statua giacente del defunto e più nel soprastante medaglione e nei due puttini con fiaccole alla sommità del monumento, con altre opere di sicura attribuzione dovute al genio di Agostino Busti, detto il Bambaja.

Chè anzi, ben riflettendo, se il medaglione circolare colla Vergine tenente fra le braccia il divino infante, può considerarsi una riproduzione libera di quello scolpito dal Busti nel sepolcreto al Vescovo e Governatore Caracciolo nell'abside della Cattedrale milanese, i due fanciulli ignudi colle faci in pugno ai fianchi del timpano ricordano i putti consimili di quel sarcofago e dell'altro del Birago, e nella statua colca del defunto si ravvisano le arricciature nelle pieghe e la disposizione stessa dei simulacri del Caracciolo e del Vescovo Tosi di quell' insigne artista, con questo solo d' aggiunta che le caratteristiche scultorie del Busti vi si manifestano improntate di certa qual precisione e rigidità scultoria, le quali doti, lungi dall'accrescere, ne diminuiscono a tutta prima a' nostri occhi il pregio.

Senonchè, il marmoreo deposito di Giovanni Del Conte che rivela, a prima vista, l' opera di un imitatore del Busti e così della metà all'incirca del XVI secolo, fu sin qui giudicato scultura d'assai anteriore a detta epoca, ed anzi dal primo quarto almeno del 1500, e più propriamente dello scultore Cristoforo Lombardo, detto il Lombardino.

Così infatti si esprime il Romussi a pag. 207 del « *Milano nei suoi Monumenti* » e fu ripetuto dal Canonico Don Paolo Rotta laddove

dice che lo stile di quel monumento è del Lombardi, aggiungendo solo che arieggia il 1600.

Di quest'opinione, che è affatto nuova od almeno recente, stante il silenzio tenuto in genere dagli scrittori milanesi sull'autore dell'arca funebre Del Conte, fa uopo ritrovarne la fonte nel giudizio espresso al riguardo a pag. 257 dell'*Arte in Milano* (1872) dal Mongeri che tassativamente giudica « lo stile del monumento esser quello di Cristoforo Lombardo, detto anche il Lombardino ».

Secondo gli annali del Duomo, avrebbe questi coadiuvato il Busti, l'anno 1512 nelle sculture del Monumento a Gastone di Foix, e finito nel 1514 il sarcofago di Lancino Curzio del Busti stesso. Operò come scultore fino dal 1510, ma si dedicò ben presto all'architettura e fu nominato Ingegnere della Fabbrica nell'anno 1526, in sostituzione del Fusina, cosicchè è suo il disegno della porta laterale del Duomo, che conservasi alla Biblioteca Ambrosiana, del 1535, nè figura del resto dal 1515 in poi, che come Ingegnere architetto.

L'attribuzione al detto artista fu dunque messa innanzi dubitativamente, nè poteva essere diversamente quando appena si consideri che, nelle sue linee generali, il mausoleo a Giovanni Del Conte si appalesa d'un subito, dal complesso disegno, come creazione d'un'epoca già inoltrata del XVI secolo.

Tradisce infatti la mano di un disegnatore già avvezzo al far largo michelangiolesco il corpo di mezzo del tumulo colle due colonne laterali sporgenti ed altre due lesene nello sfondo, sorreggenti un largo cornicione sui cui due corpi sporgenti al disopra delle colonne stanno due vasi ovoidali, e nello sfondo un attico a linee curve coll'angelo della fama alla sommità che dà fiato a due trombe e i due putti con fiaccole ai lati.

Il medaglione colla Vergine e il bambino Gesù in altorilievo, fra una corona di nubi foggiate a scantonature come quelle araldiche del XV secolo, e dalle quali escono due teste di angeletti, vedesi quì collocato poco al disopra della statua del defunto fra le due lesene centrali, mentre nel sepolcro Caracciolo quello spazio di mezzo è occupato dalle tre nicchie coll'effigie del Cristo benedicente fra San Pietro e San Paolo, e il medaglione circolare figura invece nella parte superiore al cornicione foggiato a guisa di timpano ad arco scemo.

Nel complesso, benchè meno ricco assai di quello suntuoso in pietra di paragone eretto nel Duomo di Milano al vescovo Caracciolo,

il sarcofago Del Conte eccelle, com'esso, nella sua parte architettonica, la quale non prese il sopravvento sulla scultura che verso la metà del XV secolo. Di quel tempo si rivela parimente il disegno a cartelle ovali con sporgenze sagomate e nastri ai lati delle due targhe gentilizie, oggidì scalpellate nello scudo centrale, ma che sappiamo, dagli atti prodotti dalla famiglia Del Conte al Re d'arme nel 1770, portavano entrambe lo stemma del guerriero con lancia in resta, ed ampia gualdrappa sul cavallo, proprio di quella gente patrizia.

Monumento del 1556 al Senat. Giovanni Del Conte nella Chiesa di San Lorenzo in Milano.

Non già del resto che la parte scultoria sia trascurata ed insignificante, chè anzi la statua giacente del magnifico cavaliere e Senatore Giovanni Del Conte, sdrajato sull'avello come se ancor vivente, tenendo colla sinistra a sè vicino la spada dalla fine impugnatura e sorreggendo colla destra il capo in atto quasi di pensosa meditazione, appar modellata con grande maestria e dai lineamenti del volto con molte rughe e accurato studio dei minimi particolari, manifesta l'intento dell'artista di far luogo ad un fedele ritratto.

Veste il defunto la toga patrizia con ben studiato partito di pieghe, e le mani e in particolar modo i piedi, calzati da pianelle di finis-

sima seta, sì da lasciar intravedere tutte le prominenze e le infossature miologiche di un uomo di grave età, danno chiaro indizio che lo scultore che foggiava quel simulacro era di non comune perizia.

Contuttociò, nell'intimo organismo di questo mausoleo e nonostante i pregi della scultura, le qualità architettoniche vi sovrabbondano al punto che riesciva per sè inesplicabile come sì armonica e complessa creazione, elaborata con minuziosa cura in ogni sua parte e cogli artifici dell'arte già progredita del gran Maestro fiorentino, quali il retrocorpo ai fianchi delle colonne e il duplice basamento, potesse essere opera dei primi anni del decimosesto secolo, e tutto induceva a credere che nemmeno ad uno scultore fosse dessa ascrivibile, ma ad un vero e proprio architetto disegnatore.

È ben vero che, come dai cenni inscritti nello scamillo del monumento:

VIXIT ANN. LXXXIIII, MORTEM OBIIT
XI KAL. FEBRVARI MDXXII

il Conte Giovanni veniva a morte di 84 anni nel 1522, ma l'iscrizione propriamente detta, oggidì in parte guasta dallo scalpello e che riproduciamo quì appresso completata, accenna come siano stati i Prefetti del Luogo Pio della Misericordia coeredi, del defunto con Giovan Gaspare Visconti, che, rifacendo la cappella, vi posero quel deposito funebre dietro le ordinazioni del di lui testamento.

Dice infatti l'epigrafe:

IOANN EX ILL. COMITVM GENERE
EQVESTRIS ET SENATORII ORDINIS
MISERICORDIÆ PRÆFECTI ET
IOAN GASPAR VICECOMES COHÆREDES
ÆDICVLA REFECTA MONVMENTO POSVERE
EX EIVS TESTAMENTO.

Ora, quando si pensi che, pur venuto a morte Giovanni Del Conte nel 1522, doveva passare certo buon numero d'anni innanzi che la Congregazione della Misericordia, di cui faceva parte fino dall'anno 1476 (1), liquidasse l'aver suo e si accordasse col coerede per

(1) Nel Codice del Pio Luogo della Misericordia, che fu pubblicato a cura del Signor Comm.

adempire all'obbligo ad entrambi ingiunto dall'illustre testatore dell'erezione del di lui sepolcro, — si comprende tosto come era materialmente poco probabile che la di lui tomba sorgesse nei primi decennii del XVI secolo, e tutto lascia credere ciò non avvenisse che alla metà almeno di detto secolo.

E, poichè v'era di mezzo fra gli eredi del chiaro estinto una insigne corporazione milanese qual era il Pio Luogo della Misericordia, che, fondato nel 1374, benchè avesse origine di fatto fino dal 1368, ebbe poi lunga e prosperosa vita fino a tutto il 1785, e ritenuto altresì che di quell' Istituto si conservano nella locale congregazione di Carità in cui venne ad essere fuso, non solo gli Statuti originarii e le ordinazioni emanate successivamente, ma gli atti tutti, contratti, permute, vendite ed acquisti e così via, naturale ne veniva il pensiero che, pur per l' erezione dell' arca funebre al magnifico senatore Giovanni Del Conte, esistessero negli archivii, carte e documenti che avessero a portar luce nel buio fitto che regnava circa l'autore di quel mausoleo non solo, ma perfino sull' epoca precisa della erezione sua.

Devesi al valente ed operoso Archivista di detta Congregazione, Sig. Arturo Faconti, il fortunato rinvenimento di tali atti d'archivio, e le indagini riuscirono così esaurienti chè oramai la storia dell'arte lombarda può asserire, con tutta sicurezza, che l' importante monumento funebre di San Lorenzo a Giovanni Del Conte è opera del celebre scultore *Marco d'Agrate*, da lui eseguita negli anni dal 1556 al 1558, sopra disegno dell'Ing. Architetto della Fabbrica del Duomo *Vincenzo Seregni.*

Le prevenzioni ed i dubbii cui abbiamo accennato intorno al giudizio fin quì dominante intorno a quel deposito mortuario, avevano dunque pieno fondamento, e non sarà certo senza proficui risultati per altre conclusioni a dedursi nello studio dell' arte nostrale della metà del XVI secolo, che viene d'ora innanzi acquisita a profitto degli studiosi sì precisa ed importante constatazione.

Così, come, pochi mesi or sono, uno stromento notarile, pubblicato a Genova dall'Alizeri, veniva ad accertare in Giovanni Giacomo Della Porta il nome dell'artista esecutore del bel sarcofago a Giovanni Soria, del 1544, di qualche anno anteriore, e nel Gennaio u. s. un'ispezione

nob. F. Calvi nel Vol. XIX dell'Archivio Storico lombardo pag. 745, leggesi scritto quanto segue: « *Johannes de Comite, filius quondam domini Gasparis; receptus fuit die dominico IIII mensis Februarij 1476. Decessit die 26 Januarij 1522* ».

all'attuale altar maggiore della Certosa di Pavia rivelò le glorie ignorate di altro esimio scolaro del Busti, Ambrogio Volpi, da Casale, questo nuovo strumento, testè esumato dalle carte del cessato Consiglio della Misericordia, giunge oggidì in buon punto per assicurare all'arte lombarda il nome di altro artefice della metà del secolo XVI, già noto, a dir vero, per la celebrata sua statua di San Bartolomeo nella Cattedrale, ma non per altri lavori del suo scalpello.

Ora, intorno al simulacro testè ricordato di Marco d'Agrate, che ebbe fin dalla sua apparizione ammiratori entusiastici fino a fargli inscrivere al basso la nota iscrizione che non era già Prassitele ma Marco d'Agrate che aveva foggiato quel capolavoro, molte furono le opinioni pro e contro esternate; e lo stesso Mongeri, a pag. 156 della sua *Arte in Milano*, del 1872, dichiarava che « il merito di quella figura non è che quello di una miologia qualunque » e va anzi più in là fino ad esternare l'avviso che « Marco d'Agrate non fu certamente uno dei grandi lapicidi che onorarono colle loro invenzioni le officine del Duomo di Milano ».

Un giudizio più severo ancora ed anzi palesemente ingiusto, portò di quella statua il Cicognara nel Vol. II della sua Storia della Scultura, laddove a pagina 183 ricorda dell'Agrate il San Bartolomeo scorticato o piuttosto « l'anatomia esterna dell'uomo espressa secondo le nude forme della natura, non già colla finezza o la nobiltà dell'arte. »

A parer suo, questo celebrato simulacro è « come una pianta rappresentata da un naturalista piuttosto che da un pittore ». E va più oltre ancora e continua: « Nessun movimento, nessuna espressione, nessuna bellezza ideale di forme, e soltanto il freddo meccanismo del marmo ben lavorato e condotto, cattivò molti volgari ammiratori a questa scultura. »

D'opinione affatto diversa si mostrò invece il Franchetti, illustratore fra i primi della Cattedrale milanese, il quale annovera la statua di San Bartolomeo dell'Agrate, del 1562, fra le più interessanti statue del Duomo, sebbene non scevra di difetti in fatto di dettagli anatomici, e la dice commendevole per l'arte ingegnosa con cui sono rappresentati i muscoli scoperti della cute.

A questa opinione, più che non alle critiche del Mongeri e del Cicognara che possiamo ritenere in realtà troppo severe, si avvicinò il comune consenso degli artisti, e più del popolino, presso il quale

vige tuttora la leggenda che della statua sia stato offerto l'acquisto a peso d'oro, col conseguente rifiuto della Veneranda Fabbrica. (1)

Checchè ne sia, il simulacro di San Bartolomeo in Duomo, l'unico che sia rimasto, col San Michele della Cappella di San Bono, delle statue diverse dei migliori scalpelli raccolte in passato nell'abside del tempio, godè sempre d'alta fama, ed anzi una palese testimonianza di *excellens sculptor* diede di Marco d'Agrate la Fabbrica del Duomo quattr'anni dopo l'apparizione di quella statua, come dall'annotazione che si trascrive in calce e leggesi negli Annali della Fabbrica stessa dell'anno 1566 (2).

Quanto al Vincenzo Seregni, cui, dai documenti testè venuti in luce, risulta ascrivibile il disegno del sarcofago del Conte del 1556, fu egli considerato fra i migliori architetti del suo tempo e di lui ammiriamo tuttora l'elegante edificio del palazzo dei Giureconsulti di Piazza Mercanti, colle doppie colonne d'ordine dorico nel portico a piano terreno e le sirene a duplice coda avviticchiata nei piedritti delle finestre superiori, tacciate da taluno di soverchia licenza.

Al detto ingegnere si attribuiscono pure la facciata di S. Angelo, se non meglio il vicino chiostro assai ben distribuito; la vaga chiesuola, ora sconsacrata, di S. Apollinare, la porta in castello del 1557, e, come modello del genere, il chiostro di mezzo di San Sempliciano con colonne binate secondo la grossezza dello stilobate, magnifici dormitorii ed una scala di carattere monumentale.

Era egli nel fiore dell'età, e cioè di 35 anni, allorchè apprestò i disegni del mausoleo Del Conte, essendo morto, come sappiamo, nel 1591 di 88 anni di età, ed a mezzo della sua carriera artistica doveva pur essere lo scultore Marco d'Agrate, già impiegato dalla Veneranda Fabbrica del Duomo, nel 1541, nel qual anno gli fu dato licenza di lavorare insieme a Battista di Saronno ad un arco di trionfo a Porta Romana per l'entrata di S. M. Cesarea. L'Agrate poi, dopo aver dato

(1) La notizia fu riferita anche dal Cochin a pag. 32 del suo « Voyage in Italie » del 1773 (Vol. I). Questo scrittore, pur giudicando la statua abbastanza bella, non la reputa per altro degna della stragrande ammirazione che le tributavano i milanesi, e aggiunge: « Ils racontent qu'on a voulu la leur acheter, en la troquant contre de l'argent, poids pour poids. »

(2) L'annotazione è la seguente:

Audito illustrissimo comite Sfortia Morono, ex prefatis dom. praefectis, dicente quod jam pluribus et pluribus annis praeteritis, magister Marcus de Gradis, lapicida, laboravit et laborat in cassinam Venerandæ Fabricæ Ecclesiæ majoris Mediolani *et est excellens sculptor*, et se bene semper habuit in rebus præfatæ Fabricæ et ad senectutem devenit, ita quod attenta ejus virtute et bonis moribus, dignus est aliqua rem ecc..... ecc.... .

alla Fabbrica stessa nel 1562 il suo capolavoro nel San Bartolomeo, forniva nel 1571 pel Duomo, d'ordine dei padri minimi di San Francesco in Milano, altro simulacro di San Francesco da Paola, oggidì non più in vista (1).

Possiamo quindi considerare l'opera di entrambi questi artisti milanesi come da essi condotta a fine nel periodo più fiorente della loro carriera, ed è di grande interesse per gli studiosi d'arte che, non solo il sarcofago sia giunto fino a noi pressochè integralmente conservato, quando si faccia astrazione dalle abrasioni toccate ai due scudi gentilizii e ad alcune voci dell'epigrafe, ma che si conoscano in modo preciso i suoi autori e la parte spettante ad ognuno d'essi.

Senza poi riprodurre per intero gli istrumenti notarili dell'ordinazione dell'avello a Giovanni Del Conte, che, come risulta altresì dalla iscrizione tumulare, venne fatto eseguire, sostenendone la spesa per metà cadauno, dalla Congregazione del Pio Luogo della Misericordia e dal coerede Gaspare Visconti, marito della figlia Margherita Del Conte, rileviamo intanto dai citati Atti d'archivio che, già nell'Adunanza del 16 Gennajo 1549 il Capitolo del Consiglio precitato della Misericordia aveva incaricato i proprii Deputati, Nob. Lodovico e Polidoro Del Conte, di sorvegliare a quanto occorresse per la costruzione, nella chiesa di S. Lorenzo Maggiore in Milano e nella Cappella detta dei Del Conte, del monumento sepolcrale in marmo e di bella fattura nel quale verrebbe poi deposta la salma del Nob. Cav. Giovanni Del Conte, coll'intervento in tale deliberazione anche del Nob. Gaspare Visconti.

V'erano già dunque diciannove anni di mezzo dalla morte del chiaro tumulando avvenuta fino dal 1522, ma anche dopo quella formale deliberazione, benchè il Capitolo del Consorzio avesse provveduto nella seduta del 27 Agosto 1550 a che si corrispondessero a Maestro Vincenzo Seregni, Maestro della Fabbrica del Duomo, scudi due d'oro pei disegni da esso forniti pel suddetto Monumento (2), non è che nel Settembre dell'anno 1556 che si addiviene al formale

(1) Il Vasari che a pag. 517 del Vol. VI delle sue Vite dei pittori e scultori chiama Marco de Grà assai pratico scultore, gli attribuisce il bassorilievo delle Nozze di Canaan nel coro della Cattedrale quasi di fronte alla porta della sagrestia di tramontana, del che nulla risulta invece dagli Annali.

(2) La somma è esigua, ma va notato che a Maestro Vincenzo Seregni furono date altre L. 11 il 7 Novembre 1554 a titolo ancora di mercede per i modelli da lui forniti del monumento a Giovanni Del Conte.

Istrumento notarile redatto dal notaio Giovanni Maria Del Conte fra il Consiglio della Misericordia e lo scultore Marco d'Agrate, parimente addetto alla Fabbrica del Duomo per la commissione e le condizioni di prezzo ed esecuzione del Mausoleo.

Vien stabilito in quel documento che la consegna intanto seguirà, come avvenne, entro due anni e che il sarcofago sarà costruito secondo i disegni, uniti all'istromento, dell'Architetto Seregni, risultando così di braccia 4 e oncie 7 di lunghezza, e di un'altezza di braccia 7 e oncie 9. Si ordina che il monumento sia tutto di marmo del Duomo, eccetto le figure intiere da eseguirsi in marmo di Carrara e che si possa al caso adoperare altro marmo per la statua del defunto a giudizio di Messer Vincenzo, con prescrizione per altro che il vaso di sotto e cioè l'arca funebre su cui riposa il giacente sia d'un pezzo solo.

Maestro Marco d'Agrate si impegna da ultimo a mettere nel lavoro la propria persona e quella dei compagni, ed eventualmente a far striare le colonne, se così piacesse a Maestro Vincenzo da Seregno, lo che non fu poi fatto, dietro il corrispettivo di scudi 400 d'Italia, sotto pena in caso di trasgressione agli assunti impegni di una multa di scudi 20.

Dell'effettuato pagamento si riscontrano gli atti di confesso tutti quanti dell'Agrate, nell'Istromento 20 Agosto 1558 del Notajo del Consiglio della Misericordia Giovanni Maria Del Conte per le prime L. 100 imperiali, in quello 10 Settembre 1558 per altre L. 200, nell'altro 27 Giugno 1559 per L. 220, e da ultimo nell'Istromento 4 Agosto 1559, a completo pagamento degli scudi 400 promessi a Marco d'Agrate pel detto monumento, i quali scudi è aggiunto furono pagati per la metà al prezzo di L. 5, 12 ciascuno e per l'altra metà a L. 5, 14.

In aggiunta a questi dati, rilevansi negli Atti raccolti dal benemerito Archivista Faconti, altre scrittrue posteriori del 1655 pel rifacimento nel 1589 e consecutivo abbellimento della Cappella di San Ippolito, che era anche chiamata di San Giovanni Battista e nel 1640 fu detta pure di San Francesco. Si spesero per tali lavori L. 4960 e nel 1563 L. 72 vennero date ad Ercole Procaccino per la pala tuttora sussistente dell'altare. La ricca balaustrata in variegati marmi è del 1592, e del 1590 il collaudo di Martino Bassi ai lavori eseguiti dai muratori Moltelli e Tagella per lavori diversi e per porre in assetto la sepoltura del Dal Conte.

Come vedesi, queste notizie d'archivio sono così complete e sicure che, mettendo senz' altro fuori di questione il nome di Cristoforo Lombardo detto il Lombardino, non lasciano ombra di dubbio circa l'erezione di quel sepolcreto negli anni del 1556 al 1558 e gli artisti che vi si adoperarono intorno, di cui diede l'uno il disegno e lo tradusse l' altro in atto, Ing. Vincenzo Seregni e Marco d'Agrate.

Per quanto intanto concerne l' opera più specialmente di quest' ultimo, e premesso che Marco d'Agrate lo eseguiva sei anni prima dell'altra più celebre sua statua di San Bartolomeo, fa duopo riconoscere in questo scultore un artista coscienzioso e fin troppo ligio a quella perizia tecnica per cui fu il Busti inarrivabile e che giunse anzi in lui ai limiti del manierismo.

Sotto questo rispetto, d' assai più corretta può dirsi l' opera dell'Agrate che, ligia forse dal resto al disegno magistralmente tracciato dal Seregni, sdegnò e nell'arca funebre e nel fregio del cornicione e nelle lesene di sfondo quelle fioriture dello stile del rinascimento che avevano invaso a poco a poco il campo dell'arte architettonica, e toglievano in fondo alle masse principali delle edicole funerarie quella severità ed armonica semplicità di linee che meglio si addiceva allo scopo cui erano destinate.

Qualche maggior ricercatezza vi è nel timpano arcuato e nei due vasi ovoidali al disopra del cornicione, ma nel complesso il monumento si presenta grave ed oltremodo decoroso e l'eleganza sua l'attinge piuttosto dai due corpi sporgenti con colonne e dalle giuste proporzioni delle varie membrature che non dai lenocinii di una sovraccarica ornamentazione.

Su questo sfondo sobrio e severo spicca tanto più la statua colca del Senatore Giovanni Del Conte in lungo abito talare, del qual simulacro lo scultore seppe trar partito, per romperne la monotonia, colla posa alquanto mossa del tumulato, il cui braccio destro curvasi a sorreggere il capo mentre colla sinistra tien ferma la spada che gli poggia su le gambe lievemente ripiegate.

Ciò offrì modo allo scultore di curare al massimo punto lo sviluppo delle pieghe in ispecial modo nel braccio sporgente e più in vista, e in genere in tutta la persona. Nè con tale intento sfuggì egli le difficoltà del lavoro, chè anzi e le mani e i piedi, scoperte le prime e calzati di leggerissimo tessuto i secondi, appajono riprodotti con somma perfezione e la testa poi e il viso rugoso di persona di grave età e di lineamenti segaligni si appalesano di mano di peritissimo artefice.

Come nella statua di San Bartolomeo, anche in questo simulacro di Giovanni del Conte, la testa si direbbe alquanto piccoletta in confronto della persona, locchè difficile è a dirsi se sia stato imitato dall'Agrate dal modello o tradisse una tendenza del proprio ingegno artistico a certe forme esili e spigliate che danno per sè maggior eleganza al lavoro scultorio.

Senza dare soverchia importanza alle altre parti in rilievo del monumento, quali l'angelo a due tube della sommità e i due putti sedenti ai fianchi del timpano, di buon disegno ed esecuzione, ed anzi apparentemente di maggior garbo e spigliatezza, si addimostra il medaglione circolare al disopra della statua del defunto.

Ben atteggiata e composta è la figura della Vergine e vivace e piacente la posa del bambino Gesù ritto in piedi sulle ginocchia della madre che lo sogguarda amorosamente. Vi è buon rilievo ed una sapiente composizione in questo gruppo, che arieggia quello scolpito pochi anni prima dal Busti, ma non ne è una pedissequa imitazione e lo vince anzi sotto alcuni rispetti per garbo di stile e di fattura, con quelle nubi araldiche d'ogni intorno che gli danno non so qual sapore di un'opera del XV secolo.

Ed ora, senza quì estenderci ulteriormente nell' esame di questo pregevole ed importante mausoleo della metà del XVI secolo, non è chi non veda l'importanza della recente constatazione dell'epoca accertata e dell'autore ben noto e indiscutibilmente sicuro di siffatto monumento.

Se la critica d'arte si è fin qui astenuta dal portare un giudizio definitivo intorno a Marco d'Agrate, non conoscendosi di lui che la sola e per certi versi troppo decantata statua del San Bartolomeo, è dessa ora in grado di affrontar meglio il quesito collo studio di quest' altra manifestazione abbastanza imponente del suo ingegno, per quanto, nel disegno dell' insieme, siavi di mezzo il dovuto merito di altro insigne architetto della metà del decimosesto secolo.

Ciò fornirà inoltre gli elementi per rintracciare in Milano e nelle vicine città altre sculture del suo peregrino scalpello, e già potrebbe presumersi, dalla finitezza del lavoro e così pure dall'affinità del soggetto, opera, se non sua, ispirata dalla sua scuola almeno, il bel simulacro del San Bartolomeo scorticato che vedesi oggidì in Pavia nell'atrio della casa sulla piazzetta fra le vie Frank e Menochio presso al seminario, là dove sorgeva l' antica chiesa dedicata in Pavia a quel santo, e di cui diamo uno schizzo per norma degli amatori d'arte.

Comunque vogliasi, non è senza qual senso di compiacenza che vediamo intanto restituito ad illustre artefice milanese questo sarcofago Del Conte di San Lorenzo, che in parte anche per la scarsità

Statua di S. Bartolomeo in Pavia.

di notizie che avevansi su di esso, passò fin quì pressochè inosservato, e merita invece, non men di altri marmi più celebrati, la dovuta considerazione da parte degli indagatori che portano l'attenzione loro sulle rivelazioni artistiche del passato.

Diego Sant'Ambrogio.

FRANCESCO BRIOSCHI

Lettura fatta al Collegio degli Ingegneri ed Architetti in Milano nell'adunanza del 23 Gennaio 1898.

Certo è temerario e susciterà giustamente, ben me ne duole, in voi un primo senso spiacente che io, sì poco più di zero, per quanto a Lui affezionatissimo, osi discorrere ed intrattenervi di Brioschi che raccoglie le manifestazioni dei più eletti ingegni di Europa, che sta fra le figure emergenti del nostro tempo e del nostro paese, che desta in noi tutti il senso della più rispettosa ed intensa ammirazione.

La presidenza del nostro Collegio con benevolenza di cui son grato e con cortese insistenza, assegnandomelo come un dovere, volle che mi facessi interprete in questo giorno della manifestazione di riverenza ed affezione al nostro caro ed illustre antico Presidente. Come vedete mi sono sottomesso, pure misurando la temerità della cosa da parte mia, perchè se non altro ho appreso dal grande esempio di Lui il forte sentimento di devozione al concetto del dovere, anche quando questo esponga a giuste critiche e contrasti alle preoccupazioni di carattere individuale.

Vi prego quindi non considerare oggi la voce che vi parla di Francesco Brioschi e solo invece l'alto senso di affetto e di riconoscenza che qui tutti ci raccoglie in questa manifestazione; e mi lusingo che quanti avranno eventualmente poi a mettere gli occhi sulle pagine che recheranno queste povere mie parole non misureranno l'omaggio che il nostro Collegio rende al Brioschi da esse, ma dal largo insolito nostro concorso nel pensiero di onorare lui e dal fatto che gli uomini più cospicui del nostro sodalizio ebbero già e in altre sedi ed in reputati scritti a tessere elogi ed omaggi a Francesco Brioschi che, pur e meglio di quanto io posso esporre, rispondono al sentimento generale della nostra Associazione.

L'Italia per fortuna sua, a fattori del suo prestigio e della sua gloria, può certo contare in ogni età, quanto e più d'ogni altra nazione, non scarsa serie di uomini illustri e d'ingegni preclari e pur troppo ha quindi anche frequente il cordoglio di lamentarne la morte.

Non si può rivolgere da noi la mente a tali riflessioni suggerite dal nome di Brioschi senza pensare pure all'altra recente perdita, che tanto rammaricò il Brioschi stesso, quella di Galileo Ferraris. Ma bisogna rimontare al tempo di Plana e forse più in su ancora per trovare riscontro al fatto odierno che un nome italiano sia commemorato per tutta Europa, in Accademie e Riviste scientifiche cogli attestati della più sincera ed affettuosa ammirazione da intelligenze fra le più preclari della nostra età, come avvenne per Francesco Brioschi.

E bisogna rimontare ben più in su ancora e non saprei anzi trovar altro nome moderno italiano, fuori del campo politico letterario od artistico, che abbia suscitato omaggi così svariati e riverenti come quello di Brioschi e quali risultano dalla parola del Re, da quelle dei sodalizi più eminenti, dalle Accademie, scientificamente più aristocratiche e giù per lunga serie di Corpi politici, di sodalizi diversi, di matematici, di tecnici, di cittadini egregi d'ogni classe.

Gli è ben quindi giusto che pur noi, già onorati di averlo avuto fra i membri fondatori del nostro Collegio nel 1865 e più volte presidente o vice-presidente nostro e sempre, fino a pochi mesi sono, membro ancor attivo al lavoro in Commissioni e sempre pronto a concorrere al lustro del nostro sodalizio, è giusto che al senso di vivo dolore per molti e di rammarico per tutti vadi unito quello dell'orgoglio di averlo avuto a collega ed il desiderio che nei nostri atti rimanga manifestazione di tali nostri sentimenti.

Lui pure ci teneva che lo si chiamasse ingegnere, noverava fra gli onori più grati d'essere presidente del nostro Collegio e socio di molti altri simili d'Italia: provava grande soddisfazione quando

si vedeva additato quale faro fra gli ingegneri più provetti in ardue quistioni applicative.

Degli ingegneri era grande estimatore e campione tenace; più volte ebbe a manifestare come pensasse che nella educazione della mente quale risulta dall'avviamento agli studi positivi dell'ingegnere si avesse il più efficace connubio, fra le cognizioni astratte e teoriche e le nozioni della misura e della realtà delle cose, per il progresso dello scibile stesso e della civiltà.

Nel discorso confidenziale raggruppava gli esempi numerosi del gran concorso recato al progresso e del gran lustro acquistato in scienze svariate, dall'astronomia all'archeologia da noi e fuori, da nomi che s'ornano del titolo d'ingegnere; ed anche per le scienze sociali e politiche nonchè pel governo della cosa pubblica reputava fattore utile e caparra di buon indirizzo la coltura tecnica; sicchè ad esempio era con compiacenza che anni sono al vertice del Governo Francese vedeva in Carnot e Freycinet due valenti ingegneri e non mancava di desiderare e credere che al progresso sarebbe utile in tutta Europa la maggior direzione della cosa pubblica affidata a intelligenze eminenti educate da studi positivi e tecnici.

Certo al pensier suo non risponde bene questo breve accenno, inquantochè è noto come pochi in Italia avessero spirito più largo, più scevro da prevenzioni, più atto a riconoscere i pregi dei vari indirizzi di studio, più attiva devozione ad ogni ramo di coltura e di scienza quanto Lui; il suo concetto era certo più di preferenza di metodo pel pensiero che non di specializzazione di cognizioni. Ma tale accenno concorre a spiegare come, pel bene pubblico, Brioschi, che già era all'apice del mondo dei matematici puri, mentre avrebbe potuto vivendo unicamente in quell'ambiente deliziarsi nella voluttà a Lui concessa della conquista del vero e godersi tranquilli trionfi ed onori, abbia voluto restringere quello che per Lui era il vero più squisito gaudio alle ore che i più danno al riposo ed al passatempo, ed abbia rivolta per oltre un trentennio la sua attività maggiore al riordino e alla diffusione degli studi in genere e di quelli tecnici ed applicativi in ispecie.

Dell' opera sua come guida degli studi già ne parlarono e ne parleranno uomini eminenti, basti fra noi qui ricordare come di tal suo profittevole opera testimonianze eloquenti e reali si vedono d'ogni parte. Dal Politecnico alla Scuola Superiore di Agricoltura, dal Museo Civico all'Accademia Scientifico letteraria, dall'equatoriale al nostro Osservatorio di Brera che porta inciso in segno di gratitudine associato a quello di Matteucci il suo nome, alla pubblicazione dell'Atlante di Leonardo che lui diresse, dagli Annali di Matematica alla Rivista da lui fatta risorgere del Politecnico di Carlo Cattaneo si hanno ovunque estrinsecazioni della grandissima ed intelligente sua attività.

Dell'omaggio concettoso pronunciato dal Messedaglia in onore di Brioschi ai Lincei di Roma, mentre in ambiente mesto e commosso se ne annunciava la perdita, mi permetto riportare queste parole:

« Ordinatore e Direttore di Istituti di insegnamento supe-
» riore quali il Politecnico di Milano che ben poteva dirsi in
» lui stesso personificato, con altre scuole a quello consociate e
» che ne pigliano qualità e ne risentono l'indirizzo, egli vi edu-
» cava un'intera generazione di alunni, nei quali la elevata e
» forte coltura scientifica e professionale ridonda altresì a fattore
» massimo di nazionale prosperità, e che egli poi non cessava
» di curare e coadiuvare con assidua sollecitudine nella loro
» propria carriera.

» Tempra adamantina d'ingegno per chiarezza, potenza di pe-
» netrazione e saldezza.

» Carattere temperamento morale altrettanto saldo consistente
» ed energico, rigido pur anco nella sua rettitudine e tuttavia
» disposto per ingenita bontà d'animo ad equa indulgenza.

» Ond'è pure che alla sua scuola per entro all' ambiente da
» lui creato, com' ebbe non a guari ad attestare uno dei più
» eletti dei suoi discepoli, non si attingeva soltanto la scienza
» ma anche il carattere e la dignità personale. »

È vero, tutti quanti fummo suoi discepoli, lo sentiamo, di Lui ci rimase veramente qualche cosa di sodo, di permanente, di

complesso. A tal convinzione corrispondeva, permettetemi di ricordarlo, quel noto nome di « zio » con cui fra studenti lo si chiamava da trent'anni e che appunto compenetrava il concetto, di maestro e d'educatore, di guida e d'amico, di rigore e di benevolenza che s'aveva fra allievi di Lui.

Dei grandi uomini anche i motti possono interessare e non è vano ricordare, fra condiscepoli ed ammirarori, come colla frase: « il regolamento sono io » tagliava corto ad abusi, rilassatezze e pedantismi che all'ombra del vero regolamento tentavano introdursi intorno a Lui come si erano introdotti altrove; e come negli esami stessi il suo retto criterio lo induceva a non dar mai troppo peso ad un sol lato delle cose ma all'essenza complessiva, onde quei suoi giudizi perentori, ma giusti di cui molti e molti allievi trassero vantaggio e tutti utile stimolo: « Lei non ha lavorato, torni a Novembre » — « Lei deve dar « di più, torni a Novembre » ovvero « So che lei lavora e fa « quanto può, lavori studii sempre, passi avanti. »

Ed è con questi bene ispirati arbitri che riuscì a dar, se non completa, predominante applicazione dei suoi concetti didattici ed educativi nel Politecnico e negli Istituti consorziati ed ottenere noti e riconosciuti buoni risultati con insolito economico e cauto impiego del danaro pubblico.

Per essi risultati sorse una generale impressione favorevole e Lui potè più volte trovare nel pubblico ed in oblatori generosi quei sussidi per miglioramenti ed iniziative speciali che altrimenti difettavano.

L'Istituto Elettrico Erba, la Istituzione Agraria Ponti, il Laboratorio meccanico del Politecnico e quello sperimentale di costruzione, i lasciti Cantoni, Cavallini, Simonetta, sono indubbiamente dovuti al prestigio della sua autorità ed ai buoni frutti delle sue opere.

Anche la vita speciale e rigogliosa del nostro Collegio è in gran parte riflesso della grande sua influenza; gli stessi lasciti Lombardini, Gallizia, Gariboldi, Fondo esperienze idrometriche, di cui il nostro Collegio va fiero, traggono la loro origine nel-

l'indirizzo serio e scientifico che mercè il Brioschi ed una serie di eminenti cooperatori il Collegio seppe assumere e mantenere.

Ma parlare di tutte le facoltà eminenti per cui la figura del Brioschi appare rimarchevole ed illustre oltre che temerario sarebbe improbo, tanta è la mole di lavoro da lui compiuto in un cinquantennio di costante vigoria eccezionale di mente. Devo limitarmi, come qui si conviene, a qualche speciale parola sull'opera sua come ingegnere e come idraulico, ed anche questo in modo certo incompleto e insufficiente, chè nei suoi scritti e lavori i concetti vi son sempre così limpidamente condensati e scevri d'ogni facile complemento che il pretendere di riassumere vorrebbe dire guastare e cadere in inesattezze.

Da giovane vari contatti coll'ingegneria agricola locale lombarda il Brioschi li ebbe, oltre che per gli studi, anche nel campo pratico mercè suo zio l'Ing. Francesco Brioschi seniore. Questi fu, oltre che ingegnere fra i più autorevoli della nostra città, socio fondatore esso pure ed attivo del nostro Collegio ed autore di alcuni studi pregevoli d'ordine applicativo che appunto nella nostra letteratura tecnica si annoverano prima del 1868 e che furono più volte (come ad esempio la diffusa Relazione alla Provincia di Milano sui progetti d'irrigazione dell'alta pianura a firma Brioschi, Chizzolini e Arrivabene) scambiati, insieme ad altre manifestazioni d'altro carattere, quali opere dell'omonimo nipote che allo zio era affezionatissimo.

Il ricordo dei problemi applicativi affrontati da giovane e l'assidua osservazione di quanto all'estero si faceva nel campo dell'ingegneria, ebbero grande influenza a concretare il giudizio del Brioschi sull'indirizzo migliore per l'ingegneria italiana e valsero a facilitargli l'attitudine e l'abitudine a comprendere tutte le quistioni applicative, a mai perdere di vista le circostanze tutte delle quistioni ed a farlo campione valoroso della scuola sperimentale, sicchè spesso non si sapeva se fosse in Lui più potente la mente del matematico o quella di un fisico acuto sperimentatore.

Un primo accenno di preoccupazione della sua mente alla difficoltà di accordare coi fatti fisici le ricerche teoriche e matematiche si trova in un suo scritto magistrale fatto nel 1852 a 28 anni quando era professore di meccanica razionale a Pavia proprio mentre più eccelleva nelle produzioni teoriche colla « Statica dei sistemi » coi « determinanti » ed altri lavori.

Nella prefazione ad una memoria postuma di Gabrio Piola il Brioschi così si esprime (1):

« L'idraulica razionale e la determinazione analitica delle leggi
» del movimento dei fluidi, sebbene abbia formato soggetto alle
» speculazioni di molti e distinti geometri, è tuttora avvolta in
» gravissime difficoltà. E ciò che senza dubbio può dirsi strano
» trattandosi di una scienza che appartiene alle *esatte*, la mag-
» gior parte delle Memorie d' idraulica che videro la luce in
» questi ultimi tempi contengono semplici osservazioni critiche
» intorno a lavori già esistenti, fonti di lunghe polemiche le
» quali poco contribuirono all'avanzamento della scienza. D'onde
» tali discordanze di risultamenti e di opinioni? Forse che le
» equazioni fondamentali comunemente accettate non sieno suf-
» ficienti alla spiegazione dei fenomeni, come alcuni pretendono?
» O forse che lo studio delle teorie idrauliche non debbasi dis-
» giungere da quello dell' idraulica sperimentale, come si fece
» fino ad ora; anzi debbano l'esperienza e l'osservazione fornire
» i mezzi principali e servire di guida alle ricerche astratte? »

Questo esplicito richiamo alla necessità dell' esperienza oggi riconosciuta universalmente era allora un' idea ardita e affatto trascurata; ad essa, Lui trovò necessario di ribadir poi più e più volte per spingere la tecnica in allora restìa nel giusto indirizzo. Non è superfluo ancor oggi riportare un brano di quel suo classico scritto: *Di alcuni recenti progressi pratici nell'idraulica* (2) perchè tal scritto rispecchia fedele ed intero il

(1) *Ulteriori considerazioni sul moto dell'acqua in vasi, canali e fiumi*, Memoria postuma di GABRIO PIOLA pubblicata per cura del Prof. Francesco Brioschi (1852).

(2) *Il Politecnico* — Quarta serie, Vol. I. — Parte tecnica. — Febbraio 1866, pag. 101.

concetto del Brioschi in argomento, sviluppato però anche in altri suoi scritti (1) e che fu origine di non poche meditazioni e studi d' altri autori.

« Nello stato attuale delle cognizioni idrauliche ogni qualvolta
» si presentano all' ingegnere problemi di cui le soluzioni deb-
» bono soddisfare ad un dato bisogno pratico, la prima difficoltà
» che naturalmente deve trovare di fronte, consiste nel deter-
» minare i limiti entro i quali la sola osservazione o leggi da
» essa desunte ponno essergli di guida nel giungere ai risulta-
» menti richiesti e nel precisare fin dove in quella ricerca le
» matematiche gli possano tornare di utile ausiliare. Il D'Alem-
» bert nella introduzione al suo *Essai d'une nouvelle théorie*
» *de la résistance des fluides*, espone alcune considerazioni a
» questo proposito, le quali crediamo possano vantaggiosamente
» essere meditate anche oggidì.

» Noi ci permettiamo di trascrivere quì un brano di quella
» prefazione, per mostrare come il D'Alembert, che pure aveva
» dato alla meccanica dei corpi solidi un principio *razionale*
» fondamentale nelle leggi del movimento, non credeva che esso
» od altri principi della stessa natura potessero servire di base
» alla teoria dei fluidi.

« Après avoir réflechi longtemps, scrive il D' Alembert, sur
» cette importante matière (sulla resistenza dei fluidi) avec toute
» l'attention dont je suis capable, il m'a paru que le peu de pro-
» grès qu'on y a fait jusqu'à présent, vien de ce que l'on n'a pas
» encore suivi les vrais principes, d'après lesquels il faut la trai-
» ter. J'ai donc cru devoir m'appliquer à chercher ces principes,
» et la manière d'y appliquer le calcul, *s'il est possible.* Car il
» ne faut point confondre ces deux objets, et les Geomètres mo-
» dernes n'ont peut-être pas été assez attentifs sur ce point. C'est
» souvent lé desir de pouvoir faire usage du calcul, qui les dé-
» termine dans les choix des principes; au lieu qu'ils devraient
» examiner d'abord les principes en eux-mèmes, sans songer d'a-

(1) Ad esempiò nelle: *Notizie sull' Ing. Fr. Colombani*, lette all'Ist. Lombardo il 23 Febbr. 1865.

» vance à les plier de force au calcul. La Géométrie qui ne doit
» qu'obéir à la Phisique quand elle se réunit avec elle, lui co-
» mande quelquefois. S'il arrive que la question qu'on veut exa-
» miner soit trop compliquée pour que tous les éléments puis-
» sent entrer dans la comparaison analytique qu'on en veut faire,
» on sépare les plus incommodes, on leur en substitue d'autres,
» moins génants, mais aussi moins réels, et l'on est étonné de
» n'arriver, malgré un travail pénible, qu'à un résultat contredit
» par la nature; comme si après l'avoir déguisé, tronquée ou
» altérée, une combinaison purément méchanique pouvait nous
» la rendre ».

» Se questi consigli fossero stati seguiti, se i geometri per
» un erroneo ma scusabile desiderio di far concorrere a sco-
» prire le leggi della natura, i grandi progressi che l'analisi
» matematica andava facendo, non avessero quasi abbandonato
» in queste ricerche la via tracciata da Galileo e da Newton,
» le condizioni dell'idraulica non sarebbero quali oggidì le tro-
» viamo, e la parte sperimentale di essa non presenterebbe an-
» cora tante imperfezioni e tante lacune.

» Noi siamo ben lungi con queste parole di voler discono-
» scere la importanza delle esperienze eseguite in questi anni in
» Francia, in Germania, negli Stati Uniti d'America, e rivolte
» alla ricerca delle leggi degli efflussi ed a quelle del movimento
» dell'acqua nei tubi e nei canali; anzi noi cureremo che in
» questo periodico sieno raccolti con diligenza i principali ri-
» sultati pratici di quelle esperienze, come in generale tutti quei
» fatti sperimentali, i quali costituiscono un vero progresso nel-
» l'idraulica, ritornando così alle buone tradizioni della scuola
» idraulica italiana dal Torricelli e dal Guglielmini, al Lecchi,
» al Frisi, al Mengotti, oggi degnamente rappresentata dal no-
» stro Lombardini.

» Ma il risolvere in ogni caso pratico la questione da noi
» posta nelle prime parole di questo scritto, quale funzione, cioè
» siano le matematiche chiamate ad adempiere nelle ricerche
» idrauliche ed entro quali limiti, non ha, a nostro avviso, mi-

» nore importanza di una serie di osservazioni e di esperienze
» esattamente eseguite. Perciò pensiamo possa essere utile il
» considerare un momento quella questione nella sua generalità
» tanto più che essa ci porge anche il destro di esporre le idee
» secondo le quali ci faremo a giudicare di alcuni recenti lavori
» idraulici.

» Le matematiche ponno avere nell' idraulica una duplice fun-
» zione; o un dato principio di meccanica razionale è eviden-
» temente applicabile all' equilibrio od al movimento dell' acqua
» ed in questo caso le matematiche servono a dedurre da quel
» principio tutte le conseguenze di cui la pratica abbisogna; od
» in difetto di quel principio affidiamo alla sola osservazione la
» soluzione di una questione idraulica, e le matematiche offrono
» mezzi per risalire da una serie di risultati dovuti ad essa, alla
» legge generale che comprende quella soluzione. Il primo degli
» esposti uffici delle matematiche è d' uso anteriore al secondo,
» fu, come dicemmo sopra, esagerato nelle sue applicazioni e
» può presentare maggiore o minore utilità secondo che il prin-
» cipio da cui si parte è più o meno conforme alle leggi natu-
» rali. Ma esistono effettivamente principî di meccanica razio-
» nale applicabili alla ricerca delle leggi dell' idraulica? La com-
» posizione delle forze e delle velocità, il principio delle forze
» vive fondamento all' idrodinamica di Daniele Bernoulli, ed il
» principio generale di dinamica al quale D' Alembert diede il
» proprio nome ed applicò nel suo trattato sul movimento dei
» fluidi, furono estesi all' idraulica e diedero origine alla formola
» del movimento lineare dei fluidi, ed alle più speciali del mo-
» vimento permanente e del movimento uniforme usate nella
» pratica. Però nell' estendere quei principi si ebbero due pre-
» cauzioni, la prima che un fatto sperimentale caratterizzasse la
» naturale differenza fra solido e fluido, e si assunse il fatto
» dell' eguaglianza di pressione in qualsivoglia direzione, la se-
» conda che uno o più fatti ottenuti dall' osservazione o dalla
» esperienza servisse quasi di correzione o di complemento a
» quelle formole dedotte *a priori* ».

Corrispondono a tali idee, a tale programma tutti gli scritti e tutti i frutti dell'attività di Brioschi come idraulico.

Così a lui si deve l'introduzione e l'uso effettivo ed utile degli istrumenti e metodi idrometrici che appena prima dell'efficacia del suo esempio figuravano descritti in libri, o raccolti inoperosi in gabinetti. Trent' anni or sono non esitava dedicarsi di persona a misure effettive e laboriose, ad esempio per citarne una quella al Canale di Mezzola in relazione alla questione della sua sistemazione.

Fu per il suo esempio e per suo consiglio che poi le quistioni idrotecniche nostre furono presto tutte avviate ad essere trattate sulla base di osservazioni fisiche dirette ed accurate.

I risultati sperimentali e le deduzioni di Bazin, Humphrey, Kutter, trovarono rapida applicazione fra noi per opera ancora di Brioschi che non tardava mai a segnalare prontamente i progressi esteri ed a concorrere a diffonderli con preziose illustrazioni; è facile dal 1865 in avanti riconoscere che sempre Brioschi ebbe fra noi la precedenza nei perfezionamenti della idraulica e che sulle sue traccie si svolgono poi gli scritti degli altri anche fra i maggiori.

L'accennata memoria del 1866 « Sui recenti progressi » quella letta nel 1871 al nostro Collegio « Notizie sopra alcune considerazioni del maggiore Abbot », la traduzione della memoria di Kutter fatta dal nostro Collega Ing. Dal Bosco e pubblicata per cura del nostro Collegio, sempre per stimolo di Brioschi, furono veri fattori di progresso tecnico nell' indirizzo di dar la miglior base sperimentale alle formole idrauliche.

Il Lombardini stesso, che pur come si vide era da Brioschi riconosciuto il campione della buona scuola fra noi, attribuiva al favorevole giudizio ed al concorso del Brioschi se molti suoi concetti eran stati valutati ed applicati, e se il metodo sperimentale in idraulica aveva ripreso in Italia la desiderata diffusione. Ed invero i concetti migliori del Lombardini che stanno nei suoi scritti del 1845 e del 1846 non acquistano efficacia che dopo il 1866, dopo ravvivati cioè dalle segnalazioni ed illustrazioni che ne fece il Brioschi.

Questi nello scritto « sopra un progetto d'inchiesta idrometrica (1) »; dopo riportata una lunga parte della memoria di Lombardini del 1846 « Sull'importanza degli studi sulla statistica dei fiumi » che giudica « una delle sue più belle memorie » soggiunge: « pur troppo cause diverse e di differente natura influirono a rendere frustanei i consigli e gli eccitamenti del dotto idraulico ». È solo dopo il 1867 che quei consigli e quegli eccitamenti si vedono accolti.

Nel campo dell'uso delle matematiche come istromento induttivo cioè di coordinamento, discussione ed interpretazione delle esperienze vanno annoverati gli scritti: « Sulle formole empiriche per la portata dei fiumi » (2); la seconda parte dell'accennata Memoria « Recenti progressi nell'idraulica »; la prefazione alla traduzione del Kutter; il breve ma originale « programma di esperienze idrauliche da eseguirsi col lascito Marzorati » (3).

Ognuno di tali scritti porta l'impronta della mente forte che li dettò, d'ognuno si potrebbe a lungo utilmente parlare, certo saranno ancora in avvenire utilmente consultati.

Altri scritti del Brioschi trattano quistioni che possono svilupparsi sulla base di premessa sperimentale con applicazioni di principî di meccanica razionale; tali sono quelli « Sulle traverse obblique (4) »; « Sulle traverse in muratura » (5). Le ricerche « sulle paratoje automobili »; e quelle « sulle linee di rigurgito » computando le resistenze colle nuove espressioni, includono parecchi risultati originali da lui raggiunti e diffusi colle sue lezioni; essi figurano anche in testi moderni d'idrotecnica quantunque senza richiamo del suo nome. È superfluo rimarcare l'alta importanza di tali sue ricerche.

Studio di un carattere speciale è quello sul Tevere presentato

(1) *Politecnico* — Parte tecnica. 1867.
(2) *Politecnico* — Parte tecnica, 1866-67.
(3) *Politecnico, Giornale dell'Ingegnere Architetto*, 1886.
(4) *Politecnico* — Parte tecnica, 1866, Vol. I.
(5) *Politecnico* — Parte tecnica, 1867 - Vol. IV.

ai Lincei nel 1876; in esso vi predomina la ricerca storica fatta con sorprendente acuta erudizione ma non vi mancano i profondi sani concetti idraulici, e se il suo consiglio fosse stato più fedelmente seguito non si lamenterebbero gli odierni inconvenienti all' Isola Tiberina in Roma.

Di molti altri lavori del Brioschi nel campo dell' ingegneria i potrebbe far cenno a ricordo della sua fenomenale attività e lucidezza di pensiero.

Persuasi che quì non riesciremmo à darne completa notizia bibliografica, ci limitiamo ad accennarne tre che ebbero una grande ed estesa importanza applicativa.

Lo scritto: « La macinazione dei cereali ed il contatore dei giri di una macina » apparsa nel 1869 valse a sistemare un po' la intricata quistione della valutazione della potenzialità di produzione dei molini, e rimase per molto tempo come il testo di guida per tutto il personale tecnico allora addetto alla gestione dell' imposta della macinazione.

La relazione, inedita, stesa dal Brioschi nel 1870 quale relatore della Commissione incaricata della delicata missione di concretare il mezzo per una più facile e sollecita distribuzione delle acque del Canale Cavour, risolvè in modo magistrale una serie di gravi e complicate quistioni idrotecniche locali. Essa definì il concetto e le modalità cardinali del canale che fu poi denominato « Canale Quintino Sella » e l' utilizzazione proficua della rete di canali del Novarese e della Lomellina, per la utilizzazione accennata in un modo veramente riconosciuto felice ed efficace. Il Brioschi a quel suo lavoro faceva richiamo con evidente compiacenza e per ciò quì ho voluto farne cenno. Quando si scriverà la storia completa del Canale Cavour, certo questo lavoro inedito sarà analizzato e il nome di Brioschi vi comparirà col meritato prestigio e con senso di gratitudine.

Si deve infine a Brioschi all' efficace sua opera, ai suoi scritti in Commissioni e in Senato se il valico del Gottardo fu completato coll'arteria da Milano pel Ceneri. Chi più doveva oc-

cuparsi della cosa aveva giudicato futile o per lo meno destinato ad importanza secondariissima quella linea e credeva miglior consiglio trascurarla. Fu Brioschi, col fine suo acume sintetico, coll'argomentazione persuasiva e colla alta sua autorità, che riescì a dimostrare che gli interessi di Milano e d'Italia insieme esigevano quella congiungente e fu Lui che l'ottenne; Milano glie ne deve riconoscenza.

Delle manifestazioni dell' attività di Brioschi come idraulico specialmente, emergono e appariranno ancor più emergenti in avvenire, due con cui chiuderò questa troppo breve ed incompleta rassegna.

Nell'ordine sperimentale cioè i rilievi relativi al fiume Po, intrapresi sotto la direzione del Brioschi quale Presidente della Reale Commissione tecnico-scientifica, costituita nel 1873 per lo studio del bacino idraulico del Po.

Nell'ordine dell'applicazione della matematica alla ricerca della relazione fra elementi sperimentali e per l' interpretazione dei risultati dell' osservazione, la memoria al titolo « Sulle formole empiriche per le portate dei fiumi » pubblicata nel Politecnico del 1876.

Nella determinazione delle formole empiriche, massime quando il numero delle osservazioni sia rilevante e che non sia definita la forma della funzione preferibile, il tecnico si trova imbarazzato nei tentativi di definizione di una formola accettabile per la incertezza della forma e per la enorme prolissità di calcoli che richiede la determinazione dei valori più plausibili dei coefficienti corrispondenti a ciascuna forma che si voglia tentare, applicandovi il metodo dei minimi quadrati.

Il Brioschi con il suo scritto del 1876, che si collega con quello del 1866 e che riesce completato dagli svolgimenti fatti in parecchie sue lezioni inedite, mostra che la forma preferibile per le formole empiriche dei fiumi è quella risultante dall'eguagliare il quadrato della portata ad una funzione algebrica razionale ed intera dell'altezza, spingendone il grado oltre il terzo, Egli poi

traccia il modo con cui passare successivamente alla determinazione dei coefficienti più plausibili d'una funzione di grado n conoscendo quelli più plausibili per il grado $(n - 1)$; in modo cioè da rendere i calcoli assai più coordinati e semplici che non quelli che si dovrebbero cimentare adottando direttamente per ogni valore di n il modo consueto di calcolo col metodo dei minimi quadrati. L'artificio con cui si ottiene il concatenamento e la semplificazione della determinazione dei coefficienti più plausibili, di mano in mano che si tentano gradi più elevati di formola, si connette colle parti più eminenti della teoria delle equazioni ed è un saggio dei più eloquenti di quella matematica induttiva cui il Brioschi ripetutamente accenna nei suoi scritti.

Sinora questa formola non ha avuto che scarsissima applicazione ma si può presumere che sarà ripresa e largamente applicata ed anche per essa il nome di Brioschi ricomparirà nel campo dell'idraulica fluviale.

Relativamente ai rilievi topografici, altimetrici ed idrometrici del Po, è noto come solo in parte ed in riassunto siano stati pubblicati. Dei rilievi idrometrici anzi non vi ha che un cenno sommario nel Genio Civile del 1881 e parziali notizie nelle Relazioni a stampa stese dal Brioschi stesso e presentate alla Camera dei Deputati in varie riprese nel 1886 e nel 1890 al titolo « Studio di progetto d'irrigazione autorizzato dalla Legge 28 giugno 1885 ».

Il Brioschi nutriva costante il desiderio di trovar mezzi e tempo per pubblicare in modo completo e ben coordinato l'insieme dei rilievi idrometrici relativi al Po e risultanti dalle grandiose operazioni intraprese sotto la sua alta e pensata direzione negli anni 1878-79 e 80.

Purtroppo egli venne a mancare senza veder compiuto tal suo desiderio ed è veramente penoso il pensare che ormai più alcuno resta degli egregi uomini che costituivano quella Commissione Reale; ad essa si deve indubbiamente se da più lustri il sistema di difesa contro le acque del Po si trova sistemato ed

organizzato in modo che si evitarono ritorni di quelle calamità d'innondazione che tanto devastarono la valle del Po vent'anni e più or sono.

Brioschi, Turazza, Bucchia, Lanciani, Giuliani, Barilari, Gallizia, ormai son tutti passati; è da augurarsi che non si perda l'efficace tradizione dei loro studi e che a Roma al Ministero sorga l'iniziativa di rendere pubblici ed utili i lavori idrometrici e scientifici di quella Commissione, prima che il tempo ne disperda i preziosi elaborati.

Che se questo per inerzia o per altro motivo non avvenisse il nostro Collegio degli Ingegneri farebbe certo opera onoranda a Brioschi, utile all'idraulica ed all'interesse della nostra regione prendendo lui l'iniziativa a che quegli studi siano pubblicati, a che siano usufruiti con rilievi di raffronto quei punti fissi e quelle sezioni speciali che la Commissione individuava appunto in vista di fornire modo di seguire le modificazioni e i fenomeni di fondo e di pendenza del nostro massimo fiume.

La serie degli 11 deflussi sperimentali del Po a Pieve Porto Morone in Provincia di Pavia riferiti all'idrometro Olonetta, e quella dei 19 deflussi a Fossadalbero in Provincia di Ferrara riferiti all'idrometro di Pontelagoscuro, intrapresi con gran larghezza di mezzi e cura di metodi, costituiscono un corredo di dati di fatto pel nostro maggior fiume quale non si ha per nessun altro anche estero ed è rincrescevole che questo materiale, portante l'impronta di uomini così preclari come gli accennati e del Brioschi sopratutti, rimanga oscuro e dimenticato.

Queste considerazioni fanno risorgere quell'altro desiderio già enunciato dal Lombardini e dal Brioschi che si trovi, senza pregiudizio del concetto unitario s'intende, modo perchè si ripristini e si conservi la tradizione e la competenza negli uffizi governativi delle cognizioni relative all'idrografia del bacino del Po a cui sono collegati tanti interessi e tanta celebrità di nomi.

Il Brioschi estrinsecò un enorme attività anche in molti altri rami d'ingegneria. L'inchiesta ferroviaria, le convenzioni ferro-

viarie, il catasto, la perequazione fondiaria, ed altri importantissimi argomenti occuparono la sua mente.

La maggior parte di questi argomenti si connettono con apprezzamenti che non possono essere assoluti e quindi giustificano divergenze d'opinione; non è quindi il caso qui d'insistere sul modo personale di vedere in tali argomenti del nostro Brioschi. Se anche, come è opinione di molti, non si crede essere l'avviamento dato dal Brioschi alla soluzione delle questioni connesse agli oggetti indicati, il più conveniente o il più felice, non si deve sconoscere che quando Lui fissava la sua opinione per esempio nella divisione della rete ferroviaria italiana in senso longitudinale, lo inspirava il suo grande sentimento d'italianità; e che quando recava il concorso della sua autorità a tentare di accelerare la cosidetta perequazione fondiaria, non è detto che pensasse quella fosse veramente la più opportuna via voluta dalla equità, per perequare, ma certamente Lui pensava che si dotava l'Italia di un gran fattore di civiltà, di ricchezza e di progresso elaborando con grande precisione e dettaglio le mappe catastali per tutto il Regno, e questo voleva che si facesse.

In ogni sua azione, in ogni suo scritto, in ogni suo pensiero traspariva sempre l'alta idealità dell'amore alla patria, alla scienza, al progresso.

Altre manifestazioni della sua attività condussero ad effetti a Lui certo ben penosi ed opposti al desiderato, ma anche qui è bene proclamarlo fu lo stimolo di un senso di pubblico interesse, di orgoglio nazionale, che lo trascinò fuori dell'ambiente a lui più adatto.

Quando pressato consentì a mettersi a capo di quell'intrapresa che doveva concentrare e quindi rinvigorire la tradizionale attività intraprenditrice e costruttiva italiana, Lui era mosso dall'idealità di dare un indirizzo all'arte costruttiva italiana consono ai progressi tecnici recenti sì da assicurarne la supremazia anche per questo riflesso di fronte alla tecnica estera.

Lui aveva l'idealità di poter riescire a estendere il campo

dell'attività italiana nelle costruzioni all'estero e quindi di creare una sorgente di lavoro e di ricchezza pel paese.

Egli aveva di più la speranza di trovar modo di aprire campo utile di azione alla schiera dei giovani ingegneri allievi del Politecnico.

Ebbe eventi contrari, fra i collaboratori osservatori non coscienziosi o trascurati, sicchè deduzioni esatte da osservazioni grossolanamente sbagliate non se ne poterono trarre. Lui non declinò alcuna responsabilità, anzi per questa, è noto, sacrificò tutto il suo non indifferente patrimonio; quanti lo sanno devono altamente attestare come anche in questo episodio della sua vita lo animasse la più grande rettitudine e l' amore costante al paese. Ciò del resto l' opinione pubblica va già sanzionando con ogni sorta di omaggi e di eloquenti manifestazioni.

Parlare di Brioschi e tacere, qualunque sia l'ambiente, del suo valore come scienziato e matematico è un menomarne la figura e sarebbe lasciarne ricordo nei nostri atti troppo incompleto.

Tuttavia non oserò certo io darne personale apprezzamento. Invece a onore di Lui, a manifestazione di riconoscenza per l'omaggio che l'illustre matematico Hermite pubblicamente e solennemente rese al nostro Brioschi nella sede dell' Istituto di Francia il 27 dicembre 1897 e perchè per questa parte almeno notizia di Brioschi degna di Lui rimanga nei nostri atti, permettete dia qui lettura delle parole con cui quell'illustre onorava Brioschi come grande matematico.

« La carrière de notre illustre Correspondant, dont la perte cause des regrets si profonds, si unanimes, a été l'une des plus remplies et des plus honorées dans la Science de notre époque ».

« Pendant plus de quarante années, ses travaux se sont succédé sans interruption, embrassant les diverses branches de l'Analyse, la Géométrie supérieure, l'Algèbre, la théorie des équations différentielles, des fonctions elliptiques et abéliennes, la mécanique, la phisique mathématique, et laissant partout la trace ineffaçable de son beau talent »

« A son début, lorsque les études mathematiques, peu cultivées en Italie, n'avaient d'organe que le journal de l'Abbé Tortolini à Rome, Brioschi publie dans ce recueil des mémoires qui révèlent un géomètre de premier ordre. Ils ont pour objet le problème des trois corps, la variation des constantes arbitraires dans les problèmes de mécanique, un important travail de Dirichlet sur l'hydrodynamique, la question des intégrales communes à plusieurs problèmes de Mécanique, sur laquelle notre Confrère M. Bertrand, avait appellé l'attention dans un de ses plus beaux Mèmoires. Ces premières pubblications lui ont obtenu le privilège, le rare honneur de donner une puissante impression à la Science mathematique de son pays. Sous son influence, l'Analyse prend sa part dans le mouvement des esprits, un nouveau recueil remplace le journal de Rome: les *Annali di matematica* secondent avec le plus grand succès cette activité et, sous la direction de notre Confrère, se placent au niveau des plus importantes publications periodiques de la France, de l'Allemagne et de l'Angleterre ».

« La vie scientifique de Brioschi devient dès lors un exemple pour ses disciples, et l'estime universelle quì s'attache à son nom est un encouragement pour ceux qui suivent ses traces; il merite que l'Italie lui attribue avec reconnaissance l'illustration qu'elle doit maintenant à ses géomètres ».

« Je rappelle succinctement, parmi tant de travaux qui honoreront sa mèmoire: en Géomètrie supérieure, ceux qui concernent la thèorie des lignes de courbures, les propriétés des surfaces dont les lignes de courbures sont planes on sphériques, l'intégration de l'équation des lignes géodesiques, les tangentes doubles des lignes du quatrième ordre qui ont un point double; puis, dans le Calcul intégral, un travail sur les équations aux dérivées partielles dù second ordre, un autre sur la distinction des maxima et des minima dans le calcul des variations, un Mémoire sur une propriété des équations aux dérivées partielles du premier ordre, qui a été traduit par Boole et inséré dans le *Traité des equations differentielles* du célèbre géomètre anglais.

L'Algebre a aussi une part considérable dans l'activité scientifique de notre Confrère; je citerai les travaux sur les determinants gauches, l'elimination, la généralisation des propriétés de ces déterminantes particuliers sur les quels se fonde la transformation des fonctions abéliennes de premier ordre, l'interpolation, les fonctions de Sturm ».

« Brioschi a été le collaborateur de Sylvester et de Cayley dans la longue élaboration de la théorie des formes a deux ou un nombre quelconque d'indéterminées qui a été l'une des oeuvres mathématiques principales de notre temps. Il serait trop long d'énumérer tous ses ècrits sur cette partie importante de l'Analyse, où l'on est frappé par une puissance singuliére de calcul et qui se distinguent également pour la clarté et l'élégance des mèthodes ».

« Mais je ne puis omettre de rappeler cette partie si importante des recherches de notre Confrère, où l'Algèbre se joint à la Théorie des fonctions elliptiques et abéliennes, et qui conduisent à la risolution des équations du cinquième et du sixième degré. Son talent s'y montre avec éclat, il jette une complète lumière sur les propriétés cachées de l'équation de Jacobi qui détermine le multiplicateur au moyen du module dans la transformation du cinquième ordre; il donne le secret de la risolution de l'équation du cinquième degré qu'en a tirée Kronecker, et que l'illustre géomètre avait communiquée à notre Académie, sans démontrer son beau résultat ».

« Pour l'équation du sixième degré, la voie suivie est tout autre. On sort du domaine des fonctions elliptiques et il est fait appel aux trascendantes plus élevées qui naissent de l'inversion des intégrales hyperelliptiques de première classe. On emploie les fonctions de deux variables analogues à la transcendante Θ de Jacobi, et parmi elles les dix expressions qui, étant des fonctions paires, ne s'évanouissent pas pour des valeurs nulles des arguments. Ce sont les quantités au moyen des quelles sont représentées les racines et qui donnent la risolution de l'équation du sixiéme degré. grande et belle découverte qui a été le couronnement de la carrière mathematique de Brioschi ».

« Le premier géometre de l'Italie a été Sous-Secrétaire d'État et Senateur du royaume. Il a pris, au Senat, une grande part dans le travail des Commissions du budget; il a été l'organisateur des chemins de fer de la peninsule; il a été délégué, par le Gouvernement italien, à la Commission internationale du mètre, á Paris. Notre illustre Confrère appartenait à la plupart des Academies et Sociétés savantes de l'Europe et de l'Amerique, il était President de l'Académie royale des Lincei, les plus hautes distinctions, les honneurs dont il a été comblé. les grandes situations qu'il a occupées l'ont toujours laissé simple et modeste ».

« J'ai été associé aux travaux de Brioschi; nous avons souvent mis en commun nos efforts; j'ai suivi sa carrière qui a été si belle, remplie par l'étude et de grands services rendus à son pays. Nul ne ressent plus que moi la perte du grand géomètre et de l'homme d'honneur, le souvenir de son amitié, d'une étroite liaison remontant à notre jeunesse me restera à jamais comme l'un des meilleurs et des plus chers de toute ma vie ».

Splendide e poderose parole da cui traspajono i sensi più squisiti d'amicizia e di modestia, che fanno vibrare ogni cuore italiano d'orgoglio e di commozione. Esse confermano quanta potenza di legami d'amicizia e di sentimenti elevati, di pace e di fratellanza faccian sorgere fra le Nazioni queste intelligenze privilegiate.

D'ogni uomo e quanto più la mente ne è elevata si amerebbe anche conoscere l'intimo dei sentimenti. Brioschi mostrava, o forse ostentava un po', credendolo suo dovere, di non credere al sentimento o per lo meno di reputarne le manifestazioni e i consigli d'un ordine molto inferiore a quelli suggeriti dalla ragione e dalla mente. Ma quanti l'avvicinarono sanno tuttavia qual finezza e profondità di sentire fosse il suo.

Più volte le manifestazioni del suo animo suscitavano senso di vera ammirazione. La costante cura nell'accompagnare alla

scuola ogni dì i piccoli nipoti, Lui a cui il tempo era preziosissimo; la immancabil premura superando lunghi viaggi, sia pur faticosi ed angustiati, per raccogliersi colla sua consorte e famiglia in certi giorni di cari ricordi intimi, ed altri molti dettagli pieni di sentimento lumeggiano la sua intimità domestica. Nel dolore che la sua morte improvvisa ha recato, meno angoscioso risulta il pensiero che Lui era inconscio del pericolo di questa, tanto che poche ore prima fissava, ancorchè debole, col nostro collega Prof. Loria l'ora per la ripresa del lavoro al dimani; così non provò l'intimo strazio che gli avrebbe procurato a pericolo previsto la valutazione dell'immenso vuoto e della gran sciagura che per ogni rispetto la sua morte cagionava alla famiglia.

E ben lunga ed eloquente serie di episodi e di manifestazioni delicate in svariati ambienti si potrebbe di Lui ricordare. L'omaggio che volle reso alla memoria di Quintino Sella facendo presenziare in Torino all'inaugurazione del monumento a quel suo amico, gli allievi tutti dell'ultimo anno del Politecnico di Milano; la abnegazione con cui in una giornata burrascosa d'inverno Lui vecchio volle accompagnare sino all'ultimo la salma del giovane illustre architetto Giuseppe Brentano, cogliendone anzi malanno che fu il solo che si ricordasse fra i suoi discepoli; la profonda commozione ed il vivo sentimento che ispiravano le sue eloquenti parole in onore ed omaggio dell'amico Cornalia; le lacrime che non potè frenare anche a giorni molti di distanza dalla morte del suo fratello Ing. Emilio per lo strazio che ne provava l'animo suo, sono ricordi tutti del delicatissimo e profondo suo sentire.

Questo argomento della misura del sentire ebbe Lui stesso ad affrontarlo più volte in solenni occasioni ed in proposito esponeva innanzi al Re nella solenne seduta dei Lincei del 1887. questi concetti:

« È credenza....... che il complesso di alcune qualità della
» scienza predisponga l'animo dei suoi cultori a tiepidezza e
» financo ad indifferenza rispetto a quei problemi sociali che
» per quanto non estranei ad essa traggono però in buona

» parte dal sentimento la loro ragione di esistenza. Questa cre-
» denza o per dir meglio questo giudizio, non esatto in alcun
» tempo è fallace per lo scienziato moderno ». E dopo aver citato colla consueta e sempre appropriata sua larga erudizione storica e letteraria Spencer e Arnold, così continuava: « Se anche
» non impegnato nella lotta, è concesso allo scienziato un giu-
» dizio più sereno od almeno non mai appassionato sulle con-
» seguenze della medesima, il suo temperamento si fa però più
» sensibile ad esse, e ciò che molti ignorano, quell'uomo so-
» spettato tiepido ed indifferente, forse perchè al dire di Spi-
» nosa: « cerca puramente quel bene che da solo riempie la
» anima intera » soffre o gioisce di quelle conseguenze forse
» più di coloro i quali hanno contribuito a produrle. »

E poichè certo a voi grato riesce l'udire rispecchiato colle sue precise ed eleganti parole il suo profondo pensiero, io mi permetto riportare quel brano del suo discorso pronunciato nel 1889 ai Lincei in elogio di Giorgio Enrico Halphen: esso illustra il modo di sentire del Brioschi riguardo al sentimento di ammirazione per i grandi caratteri e per le grandi intelligenze.

« Uno degli storici moderni di maggior fama il di cui nome
» percorre oggi l'Europa e l'America tanto è il fascino dell'opera
» sua, lo storico del popolo inglese Green, in quella prefazione
» dedicata a definire il metodo da lui seguito nel suo lavoro,
» così concludendo, lo scolpisce: « io ho posto, scrive il Green,
» Shakespeare fra gli eroi del secolo di Elisabetta, e le investi-
» gazioni scientifiche della Società Reale al fianco delle vittorie
» di Cromwell. »

» È certamente invidiabile una nazione presso la quale la
» storia si concepisce e si scrive con programma così elevato,
» con tanta intiera coscienza dell'avvenire dell'umanità e dove
» questo complesso di qualità vi è sì altamente apprezzato. Ma
» è a noi, a noi cultori delle scienze che spetta principalmente
» il compito di porre in luce ed in sede sublime ogni manife-
» stazione scientifica destinata a lasciare traccia di sè, è a noi
» che corre l'obbligo di rendere giusta lode agli uomini che ad

» essa portarono largo contributo, è nostro dovere infine di ono-
» rare per i primi se estinti, la loro cara memoria. »

Ed è quali modesti seguaci di quei sentimenti che noi oggi ci siamo qui radunati in onore di Francesco Brioschi.

Chiudiamo riverenti e commossi la nostra manifestazione colle parole e colla invocazione stessa che Brioschi proferiva in onore di Minghetti ai Lincei nel 1887 e che a Brioschi pur tanto s'addice: « Innanzi tutto non vi fu mai nelle opere sue nulla di
» personale, a sè medesimo egli non pensò giammai. Questa
» voluta, questa meditata abnegazione è coscienza di forza. Augu-
» riamo all' Italia che l'esempio di questi caratteri integri, di
» questi uomini solo guidati da alti ideali in tutte le azioni della
» loro vita, di questi uomini di cui il ricordo riconforta ognora
» inspiri le future generazioni. »

E. Paladini.

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

I risultati delle prove fatte alla Spezia col telegrafo Marconi dall'11 al 18 luglio 1897. (vedi tav. 6). — Manteniamo la promessa fatta nel numero di Ottobre dell'anno scorso riportando dalla *Rivista di Artiglieria e Genio* le seguenti notizie:

Apparecchi del telegrafo Marconi che servirono per le esperienze della Spezia. — Cominciamo dal trasmettitore: esso si compone di una batteria di accumulatori, di un manipolatore, di un rocchetto di Ruhmkorff, di un oscillatore e di qualche accessorio. L'accumulatore può essere di qualunque tipo, basta che dia una corrente costante. Alla Spezia si usarono batterie con una forza elettromotrice di 8-10-14 volt circa. Il manipolatore (fig. 1) si compone di un cuneo metallico assicurato ad una leva simile a quella dei tasti ordinari, il quale va a stabilire il contatto innestandosi tra due altri pezzi metallici portati da due asticine le quali vanno ai serrafili. Il rocchetto di Ruhmkorff era della casa Watson di Londra, col nucleo lungo 50 cm. richiedente una corrente di 3 ampère e capace di dare delle scintille di 25 cm. Il nucleo era diviso in due parti e le spirali erano avvolte prima completamente su una mezza lunghezza del nucleo poi sull'altra. Si evitano così forti differenze di potenziale fra spire vicine.

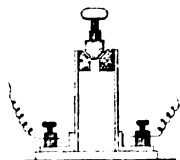



Fig. 1 – Manipolatore

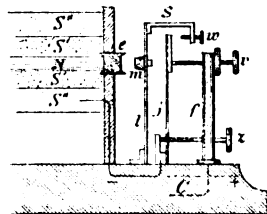
È degno di attenzione l'interruttore (fig. 2) composto della lamina vibrante che porta il mantelletto *m* di ferro dolce e la vite *w* mediante il pezzo a squadra *s*, di una molla *j* con piastrina da contatto e di una colonnetta *f* che porta una vite *v* a punta di platino e una vite *z* la quale girando non progredisce. Si unisce la colonnina *f* a un polo dell'accumulatore e la molla *j* con un capo della spirale secondaria, tra questi pezzi è inserito come al solito il condensatore del rocchetto.

Negli ordinari interruttori il martelletto *m* vien fatto portare dalla stessa molla *j*.

Fig. 2 – Interruttore automatico

Tale nuova disposizione è fatta allo scopo di rendere assai lenta la vibrazione che si può regolare colla vite *z* la quale rende più o meno grande la distanza di *j* dalla vite urtante *w*. Si possono raggiungere poche decine di flussi lanciati nel primario al minuto secondo.

L'oscillatore (fig. 3) è uno ordinario del Righi composto essenzialmente di due sfere M e N massiccie di ottone del diametro di cm. 10 portate da due anelli isolanti e tenute lontane $^8/_{10}$ di mm. distanza che si può variare colle viti *e* e *i*.

Il sistema è sospeso con una fasciatura di spago e le due superfici sferiche che si guardano sono fasciate con carta pergamena la quale serve a formare colle sfere una specie di scatola nella quale si mette dell'olio di vasellina. Le sfere *m n* cave sono di ottone del diametro di 5 cm., tenute lontane dalle sfere maggiori di

1 cm. sono portate da asticciuole di ottone lunghe 13 cm. che terminano ai serrafili p e q.

Le parti accessorie (fig. 3) sono: Il conduttore A composto di sette fili metallici del diametro di 1 mm. rivestito di gomma elastica il quale parte da una delle asticciuole dell'oscillatore s'innalza verticalmente nell'aria e termina con una lamiera di zinco della superficie di m. q. 0,25 circa convenientemente piegata per non dar presa al vento. L'altezza sul suolo di questo conduttore varia secondo la distanza a cui si vogliono trasmettere i segnali. Alla Spezia si arrivò fino a 34 m. E il conduttore t il quale serve a mettere l'altra asticciuola a terra.

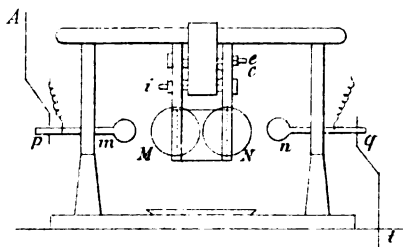



Fig. 3 - Oscillatore

Sulla tav. 6 vediamo come queste diverse parti vanno collegate.

Il ricevitore si compone: di un tubetto sensibile o coherer, di un elemento di pila, di un *relais*, di una batteria di pile, di un interruttore elettromagnetico, di un ricevitore Morse e di qualche accessorio.

Il coherer, una delle parti più importanti del sistema, è un tubo di vetro del diametro costante di circa 3 mm. foggiato a T (vedi fig. 4) nel quale sono introdotti due cilindretti d'argento saldati a fili di platino. Tra i due cilindretti è leggermente compresso un sottile strato di polvere metallica, (nichel e argento). Nel tubo si fa il vuoto sino a 10 cm. di mercurio.

Fig. 4 - Tubetto sensibile

La pila usata dal Marconi è un elemento secco. Leclanché della *General Electric Company* di forma parallelepipeda delle dimensioni 5 × 5 × 15 cmc. La f. e. m. è di 1,4 volt, la resistenza interna è assai grande quindi la corrente fornita è di qualche millesimo di ampère.

Il relais è un apparecchio sensibilissimo fatto nelle officine del Post Office di Londra esso sotto l'azione di una debolissima corrente chiude il circuito locale.

La batteria di pile è composta di 10 elementi secchi Leclanché disposti in serie in modo da ottenere a circuito aperto una f. e m. di 17 volts circa.

L'interruttore elettromagnetico somiglia molto al meccanismo delle ordinarie sonerie elettriche, non manca nemmeno la pallina di ottone la quale qui invece di battere sul campanello batte sul tubetto del coherer (vedi tav. 6).

Il ricevitore Morse è un ricevitore telegrafico ordinario mosso dalla batteria di pile e regolato in modo che il nastro di carta si svolga con una relativa lentezza.

Gli accessori sono due conduttori da collegarsi al tubetto sensibile, delle resistenze ordinarie e delle resistenze prive di autoinduzione. I conduttori del coherer sono affatto simili a quelli dell'oscillatore uno mette a terra e l'altro si erge nell'aria. Alla Spezia la massima altezza a cui si arrivò col conduttore aereo fu di 28 m. Noi chiameremo il complesso del tubetto co' suoi conduttori col nome di risuonatore dell'apparecchio ricevente.

Due resistenze ordinarie fatte con un lungo filo sottilissimo di argentana coperto di seta e avvolto ad elica anche irregolare di pochi millimetri di diametro in modo di avere considerevole resistenza ohmica e induttiva sono annesse ai due fili del coherer. Tali resistenze servono a rendere minime le derivazioni delle

oscillazioni indotte nel risonatore entro il circuito del relais, e per rendere ancora minima la corrente che la pila manda al coherer.

Le resistenze non induttive sono composte al solito con spirali avvolte in doppio, in modo che non si ha campo magnetico e quindi l'autoinduzione è minima. Esse variano da 1000-2000-4000 ohm secondo le occorrenze e sono destinate a soffocare le extracorrenti generate dalle spirali degli strumenti.

Esse sono annesse al ricevitore, al relais, all'interruttore, al ricevitore Morse e impediscono che le extracorrenti causino perturbazioni elettromagnetiche che influirebbero sul coherer intralciando il regolare ricevimento dei segnali. In parallelo colla macchina telegrafica si hanno altre resistenze composte di piccoli voltametri.

La tavola 6 mostra come sono collegate tutte queste parti.

Le esperienze. — E veniamo ora alle esperienze:

Il giorno 11 si sperimentò nel cortile che segue l'atrio d'ingresso dell'Arsenale. Il trasmettitore aveva il conduttore aereo a 3-4 metri dal suolo retto da un'antenna di legno e la messa a terra assai mediocre. La distanza a cui si trasmetteva era di circa 30 metri. La gran quantità di spettatori non permise di fare esperienze tanto esatte. Solo si potè notare la necessità di una certa lentezza nella corrispondenza ogni segnale dovendo avere sufficiente durata perchè non abbia a mancare il funzionamento dell'interruttore automatico del rocchetto d'induzione che è alquanto pigro al distacco e che è fatto vibrare lentamente per impegnare forse, maggior quantità di elettricità in ogni scarica. Per tale ragione non sono praticamente eccessive la durata di un secondo per ogni punto e per ogni intervallo fra i segni, quella di due secondi per ogni tratto e per ogni intervallo fra le lettere, quella di tre secondi per ogni intervallo fra le parole.

Nel pomeriggio del giorno 15 si trasmisero segnali da S. Bartolomeo sulla costa orientale del golfo della Spezia ad un rimorchiatore che traversò il golfo e ne percorse la riva occidentale. La batteria di accumulatori che eccitava il rocchetto d'induzione aveva la f. e. m. di 8 volts. La messa a terra si faceva con un filo che pescava in mare. Il conduttore aereo si elevava per 30 metri nell'aria e portava alla parte superiore una lastra di zinco. Il ricevitore era posto a poppa del rimorchiatore. Il tubetto sensibile era munito di un filo che andava nel mare e di uno che si elevava per 16 metri nell'aria.

Lo scopo di queste esperienze come delle seguenti fu non di determinare con precisione la massima distanza a cui si poteva trasmettere chiaramente, ma bensì quello di scoprire le cause più efficaci di disturbo.

La trasmissione si compieva lentamente, approssimatamente si impiegava da uno a due secondi per i punti e per gli intervalli semplici, da quattro a cinque secondi per ogni tratto. Il ricevitore svolgeva la striscia di carta assai lentamente, il punto si presentava lungo circa 1 cm., il tratto 3-4 cm.

La massima distanza a cui si trasmise fu di Km. 5 $^1/_2$. L'unica cosa strana che si ebbe a registrare durante questa esperienza fu la presenza di brevissimi segni accusati dal ricevitore che non si poterono attribuire al trasmettitore perchè continuarono ad apparire anche in un intervallo di tempo in cui esso era fermo. Questi segni si attribuirono a scariche dirette elettriche temporalesche oppure a induzioni di lontane scariche temporalesche. E infatti l'atmosfera minacciava temporale, nubi non dense ma assai basse si stendevano sul mare. Marconi non accettava simile ipotesi asserendo che durante esperienze fatte in Inghilterra in condizioni più minacciose e anche durante pioggie e tempeste non si verificarono tali fenomeni. Si verificò se tali segni non dipendessero da sbattimenti dell'elice o da

qualche ondulazione irregolare del rimorchiatore che avrebbero potuto influire sul relais, e si escluse tale supposizione.

Forse si può spiegare tale circostanza col maggior grado di umidità presentato dall'atmosfera presso le coste inglesi che presso le italiane.

Un fatto degno di nota è che il manipolatore impiegato non funzionava sempre a dovere, cioè non riusciva sempre a stabilire un buon contatto elettrico, di più l'interruttore del rocchetto spesso si arrestava perchè il martelletto restava attratto dal nucleo. Questi però sono difetti a cui è facile rimediare.

Ma ben più importante è il fatto che appena si interpose tra il ricevitore e il trasmettitore un ostacolo (una collina) la trasmissione cessò. Questo sembrerebbe in contraddizione coll'asserto che le vibrazioni elettromagnetiche non possono *attraversare* gli ostacoli ma li *scavalcano*, ma ben riflettendo si vede che malgrado questo si può ammettere che le onde sorpassino gli ostacoli, tutto dipende dalla distanza.

Il giorno dopo, il 16, si esaminarono attentamente le strisce del ricevitore e si concluse che i telegrammi si possono ben decifrare malgrado quei segni intrusi a cui accennammo dovuti forse alle condizioni atmosferiche. Il Pasqualini pensa che tali segni si possano evitare togliendo la comunicazione del ricevitore col mare rendendolo così meno atto a far da scaricatore atmosferico. Il Marconi ci tiene a un buon contatto colla terra ma il Pasqualini asserisce che la trasmissione può farsi anche estraendo dal mare il filo di messa a terra.

La sera del giorno 16 si ripeterono le prove del giorno antecedente. Alla stazione mittente, che in questo giorno, come in tutti i successivi ancora rimase sempre nella medesima località, venne aggiunto un apparecchio di controllo: un ricevitore, le cui varie parti erano contenute in una cassetta di legno, anzichè fissate ad una tavoletta come nel ricevitore ordinario. Questo secondo ricevitore venne collocato entro ad un vicino fabbricato destinato a deposito di siluri; esso era fornito di un conduttore eretto verticalmente lungo 1 m. circa, e di una lamina di rame lunga 40 cm. circa e larga 2 $^1/_2$ cm. distesa orizzontalmente, che faceva da seconda appendice al posto del solito conduttore di collegamento colla terra. Per giungere a questo ricevitore le radiazioni elettromagnetiche dovevano attraversare un muro ordinario di mezzana grossezza. Questo apparecchio era destinato a registrare esattamente le segnalazioni emesse dal vicino trasmettitore, al fine di porle a confronto con quelle riprodotte dal ricevitore viaggiante, il quale si trovava nelle stesse condizioni del giorno precedente ed il conduttore aereo aveva ancora la lunghezza di 16 m.

Si noti la diversità di condizioni fra i due risuonatori che dovevano rispondere al medesimo oscillatore: il primo fornito di due conduttori brevissimi, di piccola autoinduzione e di insensibile capacità; il secondo munito di due conduttori assai lunghi, e quindi di maggiore autoinduzione, comunicante uno con una lamiera di zinco, l'altro colla terra, e perciò di maggior capacità. Il primo risuonatore doveva quindi possedere un ritmo proprio assai più rapido del secondo; quello dell'oscillatore era probabilmente diverso da ambedue. Ciò non ostante ambedue risposero sempre sufficientemente bene, e questo conferma la non assoluta necessità dell'accordo. Questa verità era già risultata d'altra parte dalla prova fatta dal Pasqualini togliendo al ricevitore la comunicazione colla terra — con che si abbreviava il suo periodo proprio di oscillazione — prova che fu detto non incontrare inconvenienti.

L'energia elettrica venne quel giorno provvista al rocchetto d'induzione da una batteria di accumulatori Tudor che rappresentava una forza elettromotrice di 14 volt. La corrente era condotta da questi accumulatori all'apparecchio, mediante

alcuni cavi, ordinariamente impiegati per i proiettori elettrici, cavi che occorse di congiungere in più punti e che furono lasciati distesi sul suolo.

Il rimorchiatore che agiva da stazione mobile, traversato il golfo e costeggiata la Palmaria, fece rotta verso sud. Per molto tempo, colle convenute intelligenze, fece sapere che riceveva le segnalazioni telegrafiche. Giunto a 13 Km. notificò nel modo prestabilito che ogni sensibilizzazione dell'apparecchio ricevente era scomparsa. Oltrepassata di alquanto quella distanza, e visto che nelle condizioni della giornata quel risultato doveva intendersi definitivo il rimorchiatore prese la direzione del ritorno. Ma ritornato alla distanza di 13 Km. il ricevitore non parve riacquistare la primitiva sensibilità: la distanza dovette essere ancora di molto diminuita prima che esso tornasse a registrare le segnalazioni che la stazione mittente non tralasciò mai di emanare.

La spiegazione di questo strano fenomeno non è forse una cosa troppo semplice.

In quel giorno mi venne fatto di osservare una circostanza pure degna di nota. Fu detto che ufficio dell'olio di vaselina è di rendere alquanto più potenti le scariche dell'oscillatore, e di conservare pulite ed inossidate le due superficie metalliche fra cui scoccano le scintille più fragorose e più attive. Ma pare che esso disturbi alquanto l'uniformità delle scariche, almeno quando esso presenta profonde traccie di decomposizione, ossia quando contiene molta parte di carbonio libero. Invero, mentre le due scariche laterali, che attraversano i due strati d'aria interposti fra le sfere maggiori piene e le sfere minori vuote, non presentavano molto appariscenti variazioni di intensità, quelle centrali (che riscaldano, decompongono e fanno leggermente gorgogliare l'olio di vasellina) apparivano molto diverse da istante ad istante. A momenti la scintilla di mezzo aveva tale grandezza ed intensità luminosa da essere distinta lateralmente attraverso tutto l'olio che era già carico di molto carbonio libero ed al foglio di pergamena di media grossezza che gli fa da scatola; a momenti invece, era sì debole da potersi appena discernere guardandola dal di sopra, ove la scatola è aperta ed ove è minore (circa la metà) la grossezza dello strato d'olio che il raggio luminoso deve attraversare. Tal'altra volta le scintille mancavano affatto nell'interruzione minore. Non è improbabile che causa parziale di simile irregolarità — oltre che di irregolarità meno accentuate nelle scariche laterali — fosse l'interruttore automatico del rocchetto, che sistemato per vibrazioni assai lente, può essere soggettò più facilmente, esso stesso, ad accidentali disturbi. È certo ancora che queste ineguaglianze di azione dovevano influire sulla buona trasmissione delle segnalazioni; ma nelle prove eseguite non vi poteva essere modo di accertarne gli effetti, pel loro carattere alquanto affrettato.

La mattina del giorno 17 si confrontò la zona impressionata della macchina ricevente a bordo del rimorchiatore, con quella della macchina di controllo installata presso il trasmettitore. Per quanto le due zone avessero dovuto svolgersi con velocità diverse, le segnalazioni corrispondenti poterono essere contrapposte. Si notò allora che anche il giorno 16, quantunque il cielo fosse rimasto sereno, erano stati registrati alcuni segnali intrusi nella corrispondenza, ma rari e non troppo dannosi per la interpretazione dei segnali telegrafici. Ma altre imperfezioni ancora si riscontravano: assenza di alcuni segnali emanati; inesattezza di altri: spezzamenti di linee in due o più punti; riunione di due o più punti in segni più lunghi, ecc. Tuttavia, ripeto, ciò non deve soverchiamente impressionare, perchè negli apparecchi adoperati, molto vi era del provvisorio. Fra gli strumenti componenti era facile notare alcuni squilibri di sensibilità; ma si è accennato a molte

utili varianti già intraviste dagli sperimentatori, ed è lecito presumere che in non molto tempo gli apparecchi per la telegrafia senza fili potranno essere sensibilmente perfezionati. Su questo insisto per persuadere che, se ancora vi è molto da provare, v'è anche molto da sperare.

La sera del giorno 17 si fecero nuove esperienze, trasmettendo dalla solita stazione a terra, e ricevendo sulla R. nave *S. Martino* imbozzata a Panigaglia, a 3 Km. circa da S. Bartolomeo, presso la riva opposta del golfo.

Il conduttore di emissione o dell'oscillatore era più alto di quello dei giorni precedenti: 34 m. circa: ciò richiese la apposizione di un'appendice all'antenna da segnalazioni: il conduttore di recezione o del risuonatore, eretto tra due alberi militari, era alto 17 m. circa. Il collegamento col mare si fece, a bordo, congiungendo il conduttore di scarico ad una parte metallica qualunque della nave, chè tutte le parti metalliche un po' sensibili dello scafo comunicano elettricamente fra loro e col mare.

Non è da dire se le esperienze col ricevitore sul ponte andarono soddisfacentemente come al solito. Ma si provò ancora a ricevere portando il ricevitore sotto al ponte protetto, in locale quasi completamente circuito da ampie masse metalliche e perfino entro la cala o stiva, 2,50 m. sotto il livello del mare, ed è noto che il mare è pure un ottimo conduttore delle oscillazioni elettriche. Non furono avvertite differenze sensibili; e questo non deve destare meraviglia, se si pensa che sempre si utilizzò un conduttore aereo esterno, colla cima sempre alla medesima quota, conduttore che si ebbe cura di non far comunicare con alcuna parte metallica dell'attrezzatura della nave, anzi neppur troppo accostare a una simile parte: e che un ambiente qualunque di una nave non è mai assolutamente chiuso, ma ha sempre comunicazione coll'atmosfera esterna.

Anche durante le prove di questo giorno fu posto in opera, alla stazione mittente, un ricevitore di controllo, nelle medesime condizioni del giorno precedente. Cosicchè al medesimo oscillatore, con conduttore aereo di 34 m., e con conduttore di scarico a terra, rispondevano contemporaneamente, un risuonatore lontano con conduttore aereo di 17 m (eretto fra due alberi metallici) e con conduttore di scarico a mare, ed un risuonatore, vicino è vero, ma con un conduttore aereo di appena 1 m., e non comunicante col suolo. Dove cercare l'accordo in simili condizioni? Più che l'accordo vale dunque l'energia trasmessa dall'oscillatore al mezzo circostante, da questo propagata in ogni direzione, e dal risuonatore raccolta!

(Continua).

Tipografia e Litografia degli Ingegneri. Ing. C. SALDINI, Gerente.

Redazione ed Amministrazione, Via Unione, 9 — **MILANO.**

ANNO XLVI

IL POLITECNICO

GIORNALE

DELL' INGEGNERE ARCHITETTO CIVILE ED INDUSTRIALE

Febbraio 1898

SOMMARIO.

Con 6 Tavole, e 4 figure intercalate nel testo.

MILANO
Tipografia e Litografia degli Ingegneri
9 — Via Unione — 9
1898

MANICOMIO PROVINCIALE DI GENOVA

IN QUARTO AL MARE

***Eseguito su progetto dell'Ing.* VINCENZO CANETTI.**

(Vedi a pagina 32 e le Tav. 3, 4, 5 e 7, 8 e 9).

Impianti pei servizi generali.

In uno stabilimento ad uso collettivo è necessario, sempre che i servizi siano fra loro coordinati e coordinati per guisa, che la sorveglianza riesca assai facile, che il personale ad essi applicato sia il minimo, che il tempo ad essi occorrente sia limitato per quanto è possibile.

Per soddisfare a queste varie esigenze conviene, che detti servizii emanino da un centro solo, da cui si sprigioni e svolga la forza motrice iniziale di tutto il sistema.

E trattandosi d'un edificio, le cui ramificazioni estendonsi e coprono un'area considerevole, è ovvio, che questa forza motrice iniziale, la si debba cercare nel vapore, il quale può con tubi portarsi a rilevanti distanze senza che l'energia sua termica e dinamica subisca perdite considerevoli.

Ed al vapore si ricorse difatti, installando nei sotterranei tre caldaie orizzontali, tipo Cornovaglia a due tubi focolari, del diametro di 600 mm. e lavoranti ad una pressione effettiva di atmosfere 5 $^1/_2$.

Il diametro di dette caldaie si è fissato di 1700 mm., la lunghezza di 4950 mm. la superficie riscaldata di m. q. 34.

A queste caldaie si unirono una pompa a vapore sistema Duplex, a doppio cilindro, della portata di litri 3000 all'ora, ed un iniettore universale di riserva per la stessa portata, destinati alla alimentazione delle caldaie. I tubi aspiranti di dette pompe si munirono di valvole a crivello, e superiormente alle caldaie, si dispose un tubo raccoglitore del vapore del diametro di 120 mm. e sul quale sono disposte tutte le valvole di presa del vapore per gli svariati servizi, a cui deve provvedere.

Queste tre caldaie forniscono così il vapore occorrente alla lavanderia alla cucina, ai bagni, alla luce elettrica, al riscaldamento, ed eventual-

mente anche ai ventilatori elettrici, se si reputasse conveniente installarli in alcune sezioni speciali.

Per distribuire pel vasto stabilimento il vapore, per il collocamento dei tubi di ritorno dell'acqua di condensazione, per le diramazioni dell'acqua potabile, per quelle delle acque pluviali, e dei canali di rifiuto, si costrussero a tre metri sotto il piano delle corti, ed addossate ai vari edifici, gallerie sotterranee, illuminate da numerose aperture praticate nei loro volti, e chiuse semplicemente da griglie in ferro per guisa che l'aria vi possa in ogni senso liberamente circolare.

Esse hanno una larghezza di m. 1,50, un'altezza di m. 2,50, e servono come sopra si è detto, al passaggio di tutti i tubi per i vari servizii, che, riuscendo così liberi e scoperti, prestansi assai bene ad una continua sorveglianza, ed alle occorrenti riparazioni.

Non resta ora, che esaminare partitamente ciascuno di questi servizi.

Lavanderia. — Dal cilindro collettore, disposto superiormente alle caldaie, passa il vapore, per apposita tubazione ad una motrice a vapore con distribuzione a cassetto e regolatore centrifugo, di 8 a 10 cavalli di forza. Questa motrice mette in moto le lavatrici, gli idro-estrattori, e l'ascensore che porta la biancheria agli asciugatoi.

Essa è disposta, nei sotterranei della lavanderia in un locale attiguo alle caldaie, molto bene illuminato e ventilato, ed in detto locale si disposero pure tutte le trasmissioni, onde possano più facilmente essere sorvegliate dal personale meccanico.

Per le lisciviatrici, pei bacini di lavatura a mano, per gli asciugatoi pei serbatoi d'acqua calda, e pei tini del sapone, il vapore viene, dal cilindro raccoglitore surricordato, portato direttamente ai vari apparecchi, coll'intermezzo di apposita valvola di riduzione, che ne porta la pressione a due atmosfere.

La macchina a vapore suaccennata è munita di due puleggie, una che serve a legarla alle trasmissioni suddescritte per la lavanderia, l'altra, che è destinata a raccordare la motrice stessa ad una piccola dinamo pel servizio d'illuminazione, come verremo in seguito a descrivere.

Superiormente ai locali delle caldaie e delle motrici, stendesi il pianterreno della lavanderia diviso in due spaziose sale, una per la cernita l'altra per la lavatura della biancheria.

Disinfezione. — Nello stesso sotterraneo invece, in prossimità alla scala d'accesso si collocarono i locali di disinfezione, che, ad opera finita, debbono constare della camera d'introduzione del materiale infetto con attiguo sito per lavatura, disinfezione e bagno del personale, e della camera d'estrazione delle materie disinfettate. Questi due locali sono fra loro separati da parete in muratura, attraverso alla quale si è fissato l'apparecchio di disinfezione.

Esso è del tipo Geneste-Herschel, e consiste in una botte cilindrica, fissata orizzontalmente sul pavimento secondo una generatrice e colle sue teste o faccie estreme disposte verticalmente e costituite da due calotte sferiche, mobili attorno ad un asse verticale e sorrette da rotelle onde facilitarne il movimento.

E questa botte interamente rivestita di rame stagnato, e contiene una serie di tubi a vapore in altre, e altra serie analoga in basso e fra loro comunicanti, le quali servono a riscaldar l'aria contenuta nella botte, non che le materie introdottevi per la disinfezione. Altri piccoli tubi speciali permettono anche piccoli getti di vapore nell'interno della botte. Cerchi di caoutchouc che contornano i coperchi, ne garantiscono la perfetta chiusura, ottenuta con una serie di bolloni a snodo e vite.

Un carrello di rame stagnato è poggiato su due rotaie, che prolungandosi all'esterno quando l'autoclave è aperto, permettono di far uscire il carrello e ritornarlo carico nella botte.

All'esterno opportune valvole sormontate da manometro regolatore permettono l'immissione del vapore nei tubi di riscaldamento alla pressione voluta che non deve superare 3 $^1/_2$ atmosfere, permettono infine l'immissione dell'aria fresca, compiuta l'operazione ed aperto il coperchio per l'estrazione degli oggetti disinfettati.

Macchine per la lavatura. — La biancheria (disinfettata prima, se occorre) vien portata nel locale suaccennato destinato per la cernita e che è attiguo alla lavanderia.

In questo locale si scevera la parte meno sudicia da quella più sudicia (avente macchie resistenti di sangue, di medicinali, di vino e di altri succhi vegetali).

La prima che è in quantità assai maggiore, si può macerare, insaponare, risciacquare direttamente nelle lavatrici, la seconda si dovrà in minima parte macerare colle lisciviatrici, in parte maggiore semplicemente nei bacini in muratura, quindi la si insapona e risciacqua nelle lavatrici.

La biancheria così ottenuta si passa alla disamina nelle vasche; si lavano a mano le poche macchie ancora resistenti, poscia la si sottopone ad un primo asciugamento negli idroestrattori, capaci di sottrarre circa 75 $^0/_0$ dell'acqua contenuta nella biancheria.

La si caccia quindi su appositi carrelli che sollevansi con un ascensore meccanico al piano superiore, ove sono collocate le camere d'asciugamento a vapore.

Dura quest'operazione due ore all'incirca, ed in seguito non resta che piegare, stirare e ritirare in guardaroba, i pannilini così ripuliti.

Lavatrici. — Premettendo, che la quantità di biancheria pel ricoverato fu dalla Commissione incaricata dell'esame del progetto di lavanderia, ritenuta in media di Kg. 1,10 al giorno, e che per 700 ricoverati e per un lavoro di 4 giorni per settimana, dovendosi avere per giorno Chilog. 1500 all'incirca, le lavatrici occorrenti dovevano essere in numero di tre, dacchè ciascuna può lavare per giorno Kg. 500. Conseguentemente bastavano due lisciviatrici, due idroestrattori e sette camere d'asciugamento delle dimensioni ordinarie.

Le lavatrici usate sono quelle olandesi Ter Welp, perfezionate dalla Casa Lehmann di Milano.

Constano di una botte di rame ondulata, stagnata e rivestita di legno ed appoggiata obliquamente a due sopporti di ghisa. I due perni di detta botte sono cavi e destinati l'uno come troppo pieno, l'altro pel passaggio del vapore, dell'acqua saponata, dell'acqua pura calda o fredda, mediante valvole regolatrici e recipiente volumetrico e termometrico.

I fondi di detta botte sono in bronzo e lo sportello di caricamento in testa è sostenuto da un apparecchio apposito a leva.

Il moto rotatorio dell'asse ottenuto mediante cinghie che mettono la puleggia della lavatrice in comunicazione con quella della trasmissione collocata nel sotterraneo, è per sei giri in un senso e per sette giri in senso contrario, onde impedire l'aggomitolamento della biancheria a lavarsi.

E la disposizione diagonale data ai due perni rispetto al cilindro fa sì che il moto rotatorio circolare del medesimo genera un moto elicoidale della biancheria in esso contenuto, e ciò allo scopo di sciorinare meglio nella liscivia i pannilini.

Il perno forato, che funge da troppo pieno, impedisce al liquido lavatore di sorpassare la quantità necessaria, che è di circa 180 litri.

L'altro perno che agisce da tubo alimentatore è munito di tre valvole (pel vapore, per la liscivia, per l'acqua) ed ha pure un apparecchio automatico per il ricambio graduale dell'acqua sucida, onde non dover arrestare la macchina durante la lavatura.

Altro robinetto apposito serve allo scarico diretto dopo la lavatura ed un congegno speciale permette all'acqua di scarico di passare o nelle fognature o nel bacino di conserva secondo il grado d'imbrattamento, che ha raggiunto.

Lisciviatrici. — Esse consistono in tini metallici con coperchio superiore mobile a contrappeso, terminati inferiormente da un doppio fondo entro il quale trovasi la liscivia. Un getto di vapore costringe questa liscivia a salire attraverso ad un tubo verticale disposto secondo l'asse del tino e terminato in una pigna che distribuisce la liscivia sulla biancheria disposta nel tino.

Essa dopo aver agito, discende attraverso i fori nello spazio compreso tra i due fondi del serbatoio, e risale con vece continua sotto la azione del vapore sino ad operazione finita.

Idroestrattori. — Essi sono del solito tipo, costituito da un cestello in rame, mobile attorno ad un asse verticale, con velocità che giunge fino a 1000 giri al minuto, movendosi entro ad un cilindro conassiale in ghisa.

L' acqua dei pannilini compressi per azione della forza centrifuga contro le pareti forate del cestello passa nel cilindro esterno e da esso in un canaletto fugatore.

Ascensore. — Esso è della conosciuta fabbrica Stigler, e costituito da un cassone di (0,80 × 1,00 × 2,00) con una parete verticale aperta e mosso da un tamburo su cui si avvolge una catena, che, fermata ad un gancio superiormente al cassone, ascende al disopra del piano, a cui deve elevarsi il cassone, e girando su apposita puleggia, va coll' altro capo ad assicurarsi al tamburo che è mosso dalla motrice a vapore della lavanderia.

Il gancio sopra descritto è munito di un forte peso, tenuto in bilico dalla tensione della catena, se questa si rompesse il peso abbandonato a sè, discende ed obbliga due aste inclinate che lo sorreggono a scorrere lateralmente e spingere contro le guide del cassone due ganascie che le agguantano e fermano così istantaneamente il cassone.

Asciugatoi. — Le camere infine degli asciugatoi sono pur esse assai semplici. Portano in basso una serie di tubi di ghisa a nervature, entro i quali circola il vapore. L' aria presa all' interno lambisce e circonda detti tubi, vi si riscalda in contatto, ed ascende attraverso ad una griglia metallica posta al disopra dei tubi stessi e che forma il pavimento della camera. In questa trovasi il carrello carico della biancheria da asciugarsi, e l' aria calda salendo la circuisce e lentamente le sottrae l'acqua, saturandosi di vapore acqueo.

Così satura, esce attraverso ad apposite bocche praticate nelle faccie laterali della camera, e terminanti mediante canne verticali in un collettore unico che dà al camino di richiamo.

La temperatura di quest'aria eccedente 70° determina nel camino un potentissimo richiamo che assicura il perfetto funzionamento delle camere.

I carrelli sono in lamiera di ferro scorrenti mediante rotelle su rotaie, le quali permettono di estrarre il carrello, caricarlo, rinchiuderlo nella camera, ed estrarlo ad asciugamento finito.

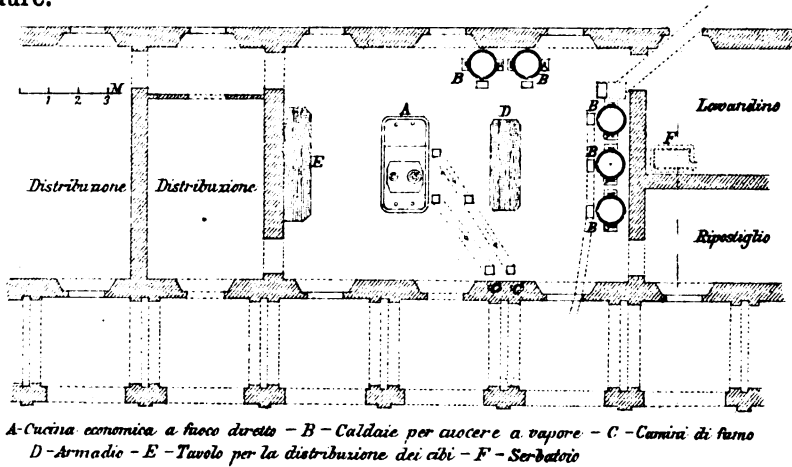
Non si disposero nè stiratrici a vapore nè mangani perchè si ritennero superflui ai bisogni d' un manicomio.

Tutto l' impianto della lavanderia venne eseguito dalla Ditta Edoardo Lehmann di Milano.

Cucina. — Anche al funzionamento della cucina (eseguita pure dalla Ditta Lehmann) provvede il vapore ottenuto dalle caldaie.

Il fabbricato della cucina è costituito, come già dicemmo, da un locale centrale per la cucina propriamente detta, che ha a destra la camera di distribuzione dei viveri, quella di lavatura della verdura, e l'acquaio; a sinistra ha i magazzeni di deposito delle vettovaglie e del vino.

Nella cucina venne collocato un grande apparecchio a fuoco diretto per i fritti e gli arrosti, e le pentole a vapore. Esse sono in numero di cinque della capienza ciascuna di 250 litri e servono una pel latte, un'altra pel caffè, e tre per la minestra, il lesso e la cottura delle verdure.

A - Cucina economica a fuoco diretto — B — Caldaie per cuocere a vapore — C — Camini di fumo D — Armadio — E — Tavolo per la distribuzione dei cibi — F — Serbatoio

Queste pentole sono costituite da un recipiente emisferico in rame, avvolto da una calotta sferica concentrica in ghisa.

Nello spazio vuoto lasciato fra le due calotte si disporrà il tubetto del vapore, che discende sino al basso e termina in una lancia o bocca ampia schiacciata da cui esce il vapore, e diffondesi per riscaldar l'acqua contenuta nel recipiente di rame.

Il vapore cedendo calore convertesi in acqua di condensazione, e questa al sopraggiungere di nuovo vapore viene spinta in alto sino a raggiungere il circolo superiore delle due calotte. Queste sono sorrette da due perni cavi, che, mentre permettono alle calotte un moto di rotazione attorno ad un asse orizzontale, servono l'uno all'introduzione del vapore, l'altro all'uscita dell'acqua di condensazione, sollevatasi nel modo suddescritto sino all'altezza di detto perno.

Appositi robinetti permettono l'immissione del vapore e l'uscita dell'acqua di condensazione, ed una manovella e rocchetto servono ad impartire alla pentola un moto di rotazione, che la inclina e financo ro-

vescia in basso per facilitarne la pulitura e il vuotamento. Una bocchetta a terra e relativo condottino servono allo sgombro dell'acqua di lavatura della pentola.

Il coperchio di questa in rame può sollevarsi rotando attorno alle sue cerniere mediante catena e contrappeso.

Finalmente una valvola di riduzione con relativo manometro, e due scaricatori automatici uno a scarico diretto, l'altro a scarico indiretto, completano gli accessori occorrenti al funzionamento di questi apparecchi.

L'acqua contenuta nella pentola dopo 8 o 10 minuti di funzionamento del vapore entra in ebollizione, e si ha così un servizio prontissimo, regolare, e che permette la massima proprietà e pulizia.

Nelle camere di distribuzione erano pure in progetto le tavole calde per mantenere calore alle carni, mentre procedesi al loro taglio e divisione nelle singole porzioni; ma vennero ommesse per economia.

Il vapore serve pure a riscaldare l' acqua di un ampio serbatoio a mezzo di un serpentino di rame, e quest' acqua si utilizza alla pulitura delle stoviglie, ed agli altri bisogni congeneri nella cucina e nell'acquaio.

In questo locale si disposero le vasche in marmo per la lavatura a freddo delle stoviglie, e quelle in rame stagnato per la lavatura con acqua calda, e le rastrelliere in theck, e gli scolatori in marmo.

Le pareti di detto locale si rivestirono sino ad un'altezza di m. 1, 50 dal pavimento in marmo, e le acque di lavatura ricevute in apposite tubazioni di ferro vennero convogliate, coll'intermezzo di sifoni a chiusura idraulica alle gallerie sotterranee già descritte e destinate a ricevere in apposite condutture tutte le acque di rifiuto dello stabilimento.

Acqua potabile. — Lo stabilimento riceve dall'acquedotto Galliera una dotazione di 12 oncie d'acqua, corrispondente a mc. 200 all'incirca per giorno. Secondo le norme igieniche universalmente accettate si sarebbero dovuti prescrivere tutti i serbatoi e disporre i varii robinetti di presa, direttamente nella condotta in pressione, principalmente pei robinetti destinati a lavatoi, bagni, e porte d'eau.

Ma la pressione molto notevole dell'acquedotto rendendo pericoloso il sistema (poichè una fuga d'acqua con pressioni superiori alle sei atmosfere non solo sarebbe tornata dannosissima ai fabbricati, ma sì ancora ai ricoverati) ha fatto prevalere il concetto di disporre in pressione un tubo principale, che corre lungo le gallerie sotterranee di servizio, e far partire da esso tante singole diramazioni, quanti erano i fabbricati ed in ognuno di essi disporre due serbatoi uno pei bisogni di pulizia e bevanda, l'altro per gli orinatoi e latrine. Un robinetto a galleggiante d'alimentazione dei serbatoi troncava in tal guisa la pres-

sione, ed i tubi, che da essi portavano ai singoli servizi, non avevano che pressioni piuttosto limitate.

Ciascun serbatoio è in lamiera di ferro, chiuso con superiore coperchio a vite, del volume di 2 mc., molto solido e disposto poco al disotto del cornicione dei singoli fabbricati, internamente ad essi, e ben difeso dai cambiamenti di temperatura.

Oltre ai tubi delle diramazioni secondarie ha pure ciascun serbatoio un tubo di troppo pieno, che comunica colle gallerie sotterranee e funziona ogni volta che il robinetto a galleggiante cessi di agire.

Il numero dei serbatoi in opera è di 30, distribuiti nel modo sopra descritto.

Latrine. — Esse vennero nella massima parte disposte in torrette isolate e raccordate con semplici ballatoi ai cameroni.

Occupano uno spazio di m. 4 $\times$ 3 suddiviso in una prima camera di metri 3 $\times$ 2, 50 che forma l'antilatrina, ed in tre gabinetti di metri 1 $\times$ 1, 50 che costituiscono le latrine propriamente dette.

Per separare il primo locale dai gabinetti si disposero tre porte ad un battente alte m. 2, 50 e fermate mediante intelaiatura in legno alle divisioni in marmo che separano i tre gabinetti.

Il pavimento di tutto l'intiero locale dell'antilatrina fu fatto di piastrelle esagone alla marsigliese, legate con malta di cemento, ed ha una pendenza sentita verso le latrine il cui pavimento è costituito da una lastra in marmo lavorata, con pendenze forti verso il foro, disposto a livello del pavimento stesso, secondo il tipo detto alla turca. Il vaso di latrina si fece in porcellana con sifone annesso a chiusura idraulica in grès; pure in grès si fece la conduttura della materia nera.

Bacinelle a cacciata d'acqua servono alla lavatura d'ogni vaso di latrina, e sono poste in azione da congegni legati alle porticine. Aprendosi una porticina la bacinella scarica in un'altra sottostante cinque litri d'acqua. Questa seconda è a funzionamento automatico e richiede pel carico del suo sifone 10 litri. È naturale che al ricevere i primi cinque litri non funziona ma li conserva.

Quando poi l'infermo esce dalla latrina riapre la porta e questa determina una seconda scarica di altri cinque litri dalla prima bacinella alla seconda. Con questa allora si adesca il sifone e riversa i dieci litri nel vaso della latrina, proprio dopo che essa ha servito pel ricoverato e l'acqua torna necessaria alla lavatura del vaso e sottostante sifone.

Ma oltre a lavare il vaso delle latrine si è pensato pure alla lavatura del pavimento delle latrine e antilatrine. A tale scopo si disposero a livello del pavimento delle lancie, che raccordate ai tubi d'acqua a pressione possono emettere getti copiosi d'acqua colla semplice manovra a passe-par-tout.

Le condutture verticali delle latrine si prolungano in alto al sommo delle torrette onde espellere per aspirazione i gas che vi si formano.

Inferiormente esse si fecero sboccare in collettori pure in grès, che corrono lungo le pareti verticali delle gallerie sotterranee già ricordate e vanno a sboccare nei fognoni di cui più tardi parleremo.

Per evitare depositi in questi collettori si allacciarono ad essi sulle loro teste serbatoi automatici a cacciata d'acqua, che scaricano ben 600 litri ogni mezz'ora a bocca piena, e regolandosi a mano il robinetto di alimentazione dei serbatoi, si può a volontà variare il periodo delle scariche.

Lavatoi. — Questi lavatoi si disposero in prossimità dei dormitori. Le bacinelle che li costituiscono, sono in porcellana, fisse su una tavola di marmo ed accoppiate, in numero più o meno grande a seconda del numero dei ricoverati, che debbono servirsene. Esse sono al basso munite di un foro che è unito ad un tubetto di piombo, che lega la bacinella ad un collettore quasi orizzontale pure in piombo, il quale colla interposizione di un sifone sbocca nelle condutture di scarico alle acque di lavatura.

Un robinetto a passe-par-tout chiude la comunicazione del tubetto col collettore, ed altro robinetto a pressione e molla serve per l'alimentazione delle bacinelle. I tubetti di scarico ed il collettore vengono nascosti da una parete verticale di legno che va dal pavimento alla lastra di sostegno delle bacinelle e che può facilmente essere rimossa pel caso di riparazioni.

Bagni. — Secondo il programma di concorso ed in conformità al progetto prima presentato dall'Ing. Canetti alla Deputazione, due erano gli stabilimenti a bagno, uno nel riparto maschile disposto nella corte centrale di servizio, un altro analogo pel riparto femminile collocato nell'altra corte simmetrica di servizio.

Considerazioni economiche da un lato, l'osservazione fattasi dall'altro lato (che nei nuovi manicomi tedeschi principalmente adottavasi un solo impianto pei bagni, comune ai due sessi) indussero la Deputazione a seguire quest'ultimo sistema e si costrussero i bagni, come scorgesi nel piano generale nella zona centrale in prossimità della Chiesa.

Si disposero in tal guisa cinque camerette a bagno con spogliatoio per gli uomini, altrettante per le donne, e centrale una sala idroterapica.

Nel mezzo del lato della sala, opposto all'ingresso si dispose il palco pel medico.

Esso consta di due parti principali, del giuoco dei robinetti che comandano i varii apparecchi e del giuoco che regola la miscela dell'acqua per portarla alla temperatura voluta.

Il giuoco dei robinetti è costituito da un semplicissimo congegno. Da

ciascun apparecchio parte un tubo e viene a confluire ad un robinetto a tre vie collocato sotto il palco del medico. Il gambo del robinetto porta superiormente un' asta verticale, che termina sul palco in un manubrio ad indice. L' indice col ruotare del manubrio percorre un arco di circolo su cui sono fissate le scritte: *caldo, freddo, chiuso* ed una lettera d'ordine corrispondente a quella posta sopra l'apparecchio a cui il robinetto si riferisce.

Volendo far manovrare un dato apparecchio, il medico non ha che a portare l' indice del manubrio del robinetto corrispondente sul caldo, sul freddo, secondochè dovrà dare acqua calda o fredda.

Il giuoco poi per la miscela dell'acqua onde assegnare a quella calda la temperatura, che per ogni caso ritiensi migliore, è così fatto: in un serbatoio mettono capo due tubi comunicanti coi rispettivi condotti di acqua fredda o calda e muniti di robinetti facilmente manovrabili dal palco; un termometro segna la temperatura dell'acqua del serbatoio ed il medico, aprendo più o meno i robinetti succitati, regola la portata dei tubi sino ad ottenere dal termometro la temperatura voluta. Questa mantiensi costante sino a che non si tocchino nuovamente i robinetti.

Gli apparecchi manovrati dal palco sono i seguenti:

1.° Scheletro a zampilli circolari orizzontali;
2.° Doccie spirali;
3.° Doccie a lama
4.° Doccie frontali;
5.° Semicupio con doccie vaginali, per l' intestino retto, e lombari.

Il pavimento della sala venne eseguito in marmo con notevole pendenza verso il mezzo, ove una griglia permette all'acqua di uscire per apposito condotto fugatore. Sopra al pavimento si dispose un reticolato di legno thek, camminandovisi sopra a piedi nudi. Le pareti si rivestirono di vernice mista sino a tre metri dal pavimento.

Bagni e doccie speciali si disposero ancora nei riparti degli agitati, agitate, sucidi e sucide.

Anche tutti questi servizi furono affidati alla Casa Lehmann.

Fognatura. — Tutti i liquidi di rifiuto dei lavatoi, dei bagni, dei robinetti a bere, delle bocchette di lavatura, e tutti gli escrementi delle latrine già si disse che vennero convogliati entro apposite condutture nelle gallerie sotterranee suddescritte.

Da queste gallerie passano dette materie in due grandi fognoni in muratura ermeticamente chiusi e così conformati. Constano essi di una vasca cilindrica di sezione elittica, avente una profondità di metri 4, un diametro medio di m. 8. Un muriccio in mattoni legati con malta di cemento ed alto m. 3, segrega una porzione di detta vasca corrispon-

dentemente ad un volume di mc. 60 all' incirca. In questa porzione separata pesca alla profondità di un metro sul fondo un tubo che, piegandosi ad arco di circolo, sbocca superiormente in altra vasca contigua alla precedente; ma di misura molto minore. In essa trovasi collocato un apparecchio a sifonamento per cacciate d'acqua, apparecchio che comunica con un tubo metallico, il quale sbocca nelle tubature esterne di scarico, che mettono capo in un torrente sottostante costantemente asciutto.

A questo modo la materia sbocca dalla canalizzazione, già frammista a molti liquidi, nella parte più grande della prima vasca, e quella solida più pesante si deposita sul fondo, mentre quella liquida più leggera, dopo essersi elevata oltre i tre metri sul fondo, si versa per decantazione nell'altra parte più ristretta di detta vasca. Quivi si solleva di livello sino ad adescare il tubo a sifone, che entro vi pesca, e che la verserà a bocca piena nella vasca contigua, da cui pure per sifonamento uscirà riversandosi nella tubatura di scarico.

Questa mette capo nel torrente succitato e si prolunga in esso per molta lunghezza, immersa nella sua ghiaia ad un metro circa di profondità. Ed essendo munita di fori di drenaggio disperde nel letto asciutto del torrente stesso il liquido che contiene, donde filtrandosi per una lunghezza di ben m. 800 di sabbia e ghiaia si immette quasi pulita in mare.

Illuminazione elettrica. — Sempre dalle caldaie suddescritte ricavasi il vapore che serve per l' illuminazione.

Esso vien portato alla pressione di 5 $^1/_2$ atnosfere ad una motrice verticale del tipo Tosi e della forza di 40 cav. eff. all'incirca.

Questa macchina che ha una velocità di 300 giri al minuto mette in moto una dinamo del tipo Edison quadripolare e della forza di 250 ampères collo stesso voltaggio è posta in moto, come già si è detto, dall'altra motrice che serve ai bisogni della lavanderia.

Un quadro di distribuzione contiene gli amperometri e voltmetri delle due dinamo, gli attacchi ed interruttori per ogni circuito, le lampade di prova e le resistenze.

Ad ogni padiglione corrisponde un attacco speciale in quadro, e la quantità di lampade ad incandescenza per tutto lo stabilimento è di 450, gli archi di 26.

Questi ultimi di 3 $^1/_2$ ampères ciascuno, sono aggruppati a due a due in serie e servono all'illuminazione dei piazzali d'ingresso del grande vestibolo, delle sale di festa, della cucina e dei porticati.

Le lampade ad incandescenza sono distribuite nei vari locali e rilegate fra loro con vari interruttori a seconda della contemporaneità di servizio che esse devono prestare.

L'impianto completo fu fatto dalla Società Edison di Milano.

Pei bisogni dello stabilimento funziona la dinamo maggiore sino alle 10 di sera con un amperaggio totale medio di 90 a 100 amp. A notte inoltrata si mette in azione la dinamo minore che basta al servizio notturno del vasto edificio.

Riscaldamento e Ventilazione.

L'impianto fu fatto dalla Ditta Edoardo Lehmann di Milano.

Già si sono anteriormente descritte le caldaie del tipo Cornovaglia, impiantate per servire alla produzione del vapore occorrente ai bisogni della lavanderia, della cucina, dei bagni, dell'illuminazione, del riscaldamento.

In merito a quest'ultimo accenneremo che da calcoli istituiti le calorie occorrenti risultavano :

per le sezioni agitate calorie .	178 000	circa
per le infermerie	67 500	»
per gli altri locali	373 000	»

avvertendo che il rinnovamento d'aria eravi previsto di una volta nei vari locali e di una volta e mezza nelle infermerie, e fissata a + 15° la temperatura di regime e a 0 gradi la temperatura minima esterna.

Osservandosi però, che i locali di soggiorno a terreno non potevano venir occupati contemporaneamente ai dormitori del piano superiore, e che quindi non occorreva scaldare contemporaneamente detti locali, si è stabilito che le calorie da prodursi per ora dovessero ritenersi così limitate:

per le sezioni agitati, composte di solo pianterreno .	calorie	178 000
per le infermerie occupate contemporaneamente ai 2 piani	»	67 500
per gli altri locali occupati ad intermittenze.	»	230 400
		475 900

E sapendosi che negli elementi ad alette, quando queste ultime raggiungono uno sviluppo quintuplo di quello del tubo di condensazione, le calorie prodotte ascendono a 500 per metro quadrato di superficie di riscaldamento a bassa pressione con temperatura a 15° di regime, ne segue che la superficie complessiva di riscaldamento delle stufe doveva nel caso nostro risultare di:

$$475\,900 \times \frac{1}{500} = \text{m}^2\ 945$$

E ritenendosi che un chilogrammo di vapore condensandosi a 100 g. restituisca 536 cal. e che la perdita di calore pel disperdimento nelle condutture raggiunge $^1/_4$ del calore prodotto, avremo che il vapore occorrente pel riscaldamento sarà:

$$475\,900 \times \frac{5}{4} \times \frac{1}{536} = 1065$$

Calcolando ora che una buona caldaia Cornovaglia produca chilog. 18 di vapore per metro quadrato di superficie di riscaldamento, le caldaie occorrenti nel caso nostro dovevano avere una superficie complessiva:

$$\frac{1065}{18} = 59 \text{ m. q.}$$

e per ognuno dei due riparti m. q. 29,5.

Conseguentemente ognuna delle caldaie installate, avendo una superficie di m. q. 34 poteva bastare non solo al riscaldamento di uno dei due riparti del manicomio, ma fornire anche il vapore occorrente ad altri piccoli servizi contemporanei.

Ed invero in tutto l'inverno, ad eccezione di un mese, non si mantengono contemporaneamente in servizio più di due caldaie, e la terza può restare così di riserva pel caso di pulitura e riparazioni.

Tubazioni principali. — Il vapore delle caldaie si raccoglie in un collettore di ghisa di 120 millimetri di diametro, munito di un sufficiente numero di attacchi per le diverse diramazioni.

Per il riscaldamento, si hanno due diramazioni principali indipendenti l'una dall'altra, che, correndo lungo l'asse del portico a ponente dei sotterranei mettono capo alle gallerie di servizio, le quali, come già altra volta si è accennato, si estendono appiede dei fabbricati del manicomio e ricevono tutte le tuberie per le acque a pressione e di rifiuto pel vapore, per gli escrementi e per le acque pluviali di tutto il vasto edificio.

Si hanno così due gruppi principali, corrispondenti a ciascuno dei due riparti, che sono muniti in basso di apposita valvola di sospensione, in modo da assicurare almeno il funzionamento di una metà dell'impianto per ogni caso, in cui si richiedessero riparazioni ad uno dei tubi maestri.

Altre valvole analoghe applicate in vari punti d'ogni singola rete servono a creare altri sottogruppi indipendenti.

A questo modo ogni fabbricato può essere separatamente escluso dal

riscaldamento senza interrompere il funzionamento negli altri, il che è di capitale importanza.

I tubi principali sono inoltre muniti delle opportune valvole di riduzione per portare la pressione nelle tubazioni da 5 atmosfere a 2.

Queste tubature principali sono raccordate con tubi elastici di rame a ferro di cavallo per permettere loro la libera dilatazione e sono ricoperte da un involucro isolatore tanto riuscito, che nelle esperienze di rendimento che si istituirono, la perdita si ridusse solo al 15 p. c. delle calorie sviluppate in caldaia.

Gli apparecchi suaccennati destinati a dividere in sottogruppi le due diramazioni principali, e gli scaricatori a funzione automatica, vennero disposti in apposite camere nei sottoscala per guisa da riuscire facilmente e comodamente accessibili al personale, a cui è affidato l'esercizio e la sorveglianza di questo speciale servizio.

Tutte queste tubature principali suddescritte sono poi munite degli attacchi delle tubature secondarie, che entrando nei vari locali portano il vapore nelle varie stufe.

Stufe e caloriferi a vapore. — Le stufe vennero disposte di tre diversi sistemi a norma di tre diversi servizi, a cui dovevano provvedere. Quelle per gli agitati dovevano corrispondere ad un funzionamento ad aria calda, ridursi cioè a caloriferi centrali a vapore, che trasmettessero nelle celle l'aria calda, non volendosi che le stufe venissero installate nelle celle, onde non fosse costretto il personale ad introdurvisi pel maneggio delle valvole e non potessero le stufe interne essere cagione di danno ai ricoverati piuttosto pericolosi che racchiudonsi in celle.

Quelle per le infermerie dovevano servire al solo locale in cui venivano collocate, ed erano conseguentemente le più semplici.

Quelle infine per tutte le altre sezioni dovevano provvedere di giorno al riscaldamento delle camere a terreno, di notte a quello dei dormitori superiori, e dovevano quindi corrispondere ad un sistema misto a vapore e ad aria calda.

Caloriferi per gli agitati. — Gli apparecchi riscaldatori per le due sezioni degli agitati, sono racchiusi in camere (di m. 1 × 4,80) sotto il piano del corridoio, e da esse si diramano i condotti che portano l'aria calda alle canne verticali, che all'altezza di due metri sul piano del pavimento immettono detta aria nelle celle, per mezzo di bocchette, la cui apertura o chiusura è regolata esternamente dal corridoio mediante opposito passe-partout. Per ognuna di queste due sezioni si hanno cinque camere di calore, ciascuna con una doppia serie di tubi di ghisa a nervature, i quali mediante valvole di sospensione possono ridursi a fun-

zionare solo in parte con diversi rapporti, secondo le esigenze della temperatura esterna più o meno rigida a seconda della stagione.

I con lotti di presa dell'aria fresca esterna sono muniti di serrandole a saracinesca, e le bocche esterne difese da griglie in ghisa.

Per ogni camera si ha uno scaricatore automatico dell' acqua di condensazione.

Stufe per le infermerie. — Queste si disposero nel vano delle finestre allo scopo di poter avere facile e diretta presa d'aria dall'esterno e di lasciar libere le pareti per i letti e cofanetti e rendere facile l'installazione delle bocche d'uscita dell'aria viziata, che si dispongono sempre quasi a livello del pavimento nel mezzo del piedritto tra le due finestre.

Queste stufe sono così costituite.

Gli elementi di tubi ad alette che costituiscono la superficie di riscaldamento delle stufe sono racchiuse fra due pareti metalliche verticali. Quelle verso l'esterno è piena e parallela al tramezzo in muratura che racchiude la griglia fissa di presa dell' aria esterna formando con essa così un primo spazio, entro il quale l'aria nuova lambendo la parete metallica si riscalda e salendo in alto trova una feritoia, attraverso alla quale entra nella sala.

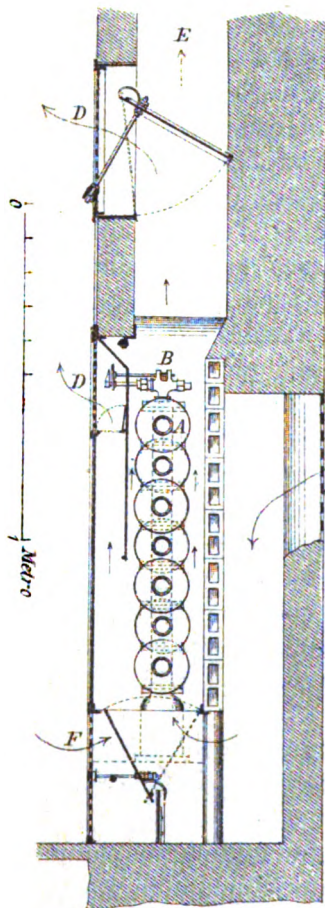
L'altra parete metallica mentre serve a nascondere i tubi ad alette verso l' interno della camera è munito di due griglie una in alto e l'altra in basso. La griglia superiore può comunicare mediante il giuoco di apposita valvola o colla feritoia (attraverso alla quale dicemmo che passava l'aria nuova riscaldata nel primo spazio) o col secondo spazio intercluso fra i tubi ad alette e la parete in questione o finalmente con entrambi gli spazi ad un tempo.

Nel primo caso noi abbiamo un riscaldamento con aria esterna nel secondo con aria interna o di circolazione, nel terzo con una miscela d'aria esterna ed interna.

Stufe per riscaldamento ad intermittenze. — Le stufe sono per tutti gli altri locali in cui debbesi interpositamente scaldare di giorno il piano terreno, di notte il piano superiore, costituite da una parete metallica interna munita di una griglia in basso.

Un pignone a vite perpetua comandato da una chiave asportabile passe-partout, comunica il movimento ad un arco dentato fissato ad una serrandola che ruota così intorno ad un asse orizzontale, chiudendo in una posizione la presa dell' aria fresca, in un' altra quella dell'aria interna e lascia invece entrambe le prese aperte in una terza posizione ntermedia alle due prime.

Comprendesi così, come alle stufe si possa far pervenire aria nuova, aria di circolazione, ed una miscela di entrambe a volontà.

Nella parete metallica verticale prospiciente la camera a scaldarsi, sonvi, come nelle stufe già descritte per l'infermeria, due griglie, una in basso per la presa dell'aria interna, un'altra in alto per l'introduzione dell'aria calda.

A - Stufa a vapore - B Valvola regolatrice del vapore C - Presa d'aria fresca esterna D - Uscita dell'aria calda - E - Condotto d'aria calda al 1° piano - F - Griglia per l'aria di circolazione

Una valvola regolata con passe-partout apre o chiude questa griglia superiore. Nel primo caso l'aria calda, entra nei locali a terreno, nel secondo caso la valvola chiudendo le griglia, apre per converso il passaggio all'aria entro una canna verticale, che mette capo al piano superiore in apposita bocchetta a due metri sul pavimento. L'aria viziata, come già si è accennato, esce per condotti speciali muniti presso il pavimento di bocchette a gelosie.

Valvola regolatrice. — Ma un altro miglioramento si è introdotto in tutte le stufe suaccennate e che non può passarsi sotto silenzio, dando esso al riscaldamento tutti i vantaggi propri di quello a bassa pressione.

In quest'ultimo infatti la semplicità di funzionamento della stufa è molto grande, poichè la pressione essendo quasi equilibrata con quella esterna non rende più necessari nè i robinetti d'aria, nè i robinetti di uscita dell'acqua di condensazione, nè gli scaricatori automatici, e permette di poter regolare con tutta prontezza e precisione la temperatura, ottenendo la massima salubrità del riscaldamento.

Gli stessi effetti sono qui raggiunti colla semplice manovra di questa valvola regolatrice.

La sua costruzione ci permette di regolare la temperatura stabilmente in modo che, quando essa è del tutto aperta, passa appena quel tanto di vapore che la stufa può condensare progressivamente per guisa che il tutto giunge già convertito in acqua nel tubo raccoglitore dell'acqua di condensazione.

La pressione del vapore che giunge con due atmosfere alla valvola vien in tal modo resa inferiore ad un decimo d'atmosfera.

Che se modificandosi le condizioni termiche esterne, si vuol diminuire la superficie di riscaldamento della stufa lo si può subito ottenere con detta valvola. Essa è tal uopo munita esternamente d'un disco graduato percorso da un indice, che si fa muovere quando si vuol ridurre il passaggio del vapore. Ad ogni graduazione del disco corrisponde un determinato consumo di vapore, e quindi una determinata superficie utile di trasmissione, interessandosi così i primi elementi solamente od un numero maggiore o tutti quelli componenti la stufa, secondo il bisogno.

Variandosi colla superficie utilizzata il numero delle calorie trasmesse all'ambiente comprendesi come, senza diminuire la sezione delle bocche d'introduzione dell'aria calda e quindi senza turbare le condizioni di ventilazione, si possa proporzionare la temperatura ai bisogni.

Acqua di condensazione. — Il vapore dopo essersi così nelle stufe convertito in acqua di condensazione e questa viene raccolta in appositi tubi pure di ferro i quali discendendo nelle gallerie sotterranee già tanto ricordate, si raccordano a tubature principali in ferro, che riconducono l'acqua medesima in una vasca del locale delle caldaie a temperatura ancora notevolmente elevata; da dove per mezzo di una pompa ed un iniettore essa viene ripresa per servire all'alimentazione delle caldaie.

La superficie totale di riscaldamento delle stufe per gli agitati è di m. q. 225, quella per le infermerie di m. q. 140, quella infine per le stufe degli altri locali a servizio intermittente di m. q. 580.

Le valvole di sospensione ascendono a n. 60 e più, quelle regolatrici ad 85; lo sviluppo complessivo dei tubi a m. 3500 e l'importo totale dell'impianto, astrazione fatta delle opere murarie, a L. 90 000.

Risultati di collaudo. — Le esperienze fattesi in occasione del collaudo provarono che la temperatura di regime potevasi facilmente raggiungere in ogni ambiente, che il rinnovamento d'aria si faceva nelle proporzioni stabilite, e che il rendimento utile del sistema raggiungeva l'80 % delle calorie prodotte in caldaia.

Si è riscontrato nelle caldaie che ad un chilogrammo di carbone corrispondeva una produzione media di Kg. 9 di vapore: ed occorrendo, come si è visto, Kg. 1065 di vapore per ora, il consumo corrispondente di carbone all'ora riusciva di:

$$\frac{1065}{9} = 118$$

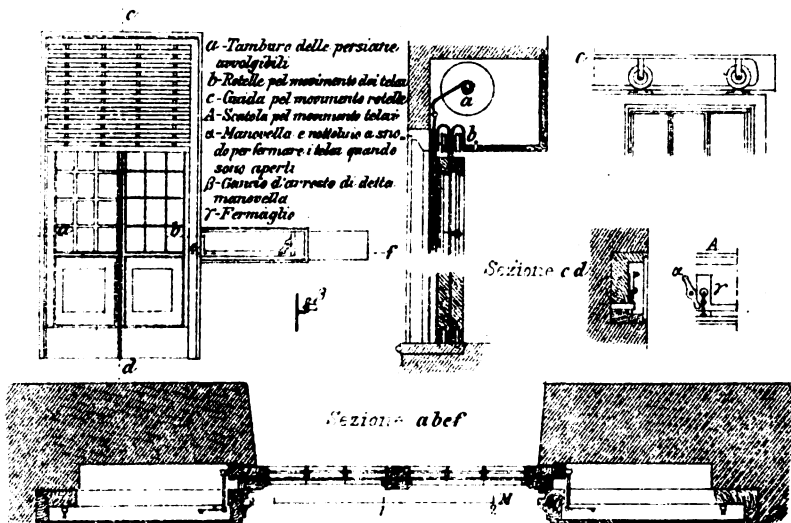
e per tre mesi di riscaldamento con un servizio di 15 ore in media al giorno risulta di $118 \times 15 \times 90 =$ Kg. 159 300: che al prezzo di L. 25 la tonnellata importa una spesa di L. 3975.

Per le condizioni di Genova in un solo mese dell'anno si mettono

nottetempo in azione tutte e tre le caldaie, per sopperire contemporaneamente ai bisogni dell'illuminazione e del riscaldamento.

Negli altri due mesi bastano due caldaie pei due servizi contemporanei e quindi il consumo surriferito di carbone sopperisce pure al vapore degli altri servizi oltre al riscaldamento.

Serramenti.

Data così una rapida descrizione del piano generale, dei servizi principali di cucina, lavanderia, bagni, latrine, fognature e del riscaldamento, accenneremo ancora brevemente alla natura dei serramenti speciali che vennero in alcuni riparti introdotti.

I serramenti pei locali di servizio e d'Amministrazione non si staccano dai tipi di consueto usati.

Le porte esterne pel riparto dei tranquilli si fecero ad un solo battente con forti fodrine con specchiature solo nella faccia esterna, e piane verso l'interno. Furono munite di serratura con chiave maschia a tre mandate e diverse per ciascun sesso.

Le porte interne si fecero ad un battente, ma non fodrinate, e con serrature parte a due, parte a una mandata.

Le finestre si munirono di persiane nelle quali la spagnoletta è fornita di una maniglia a fori che può venir rattenuta da una stanghettina a molla. In tal guisa esse non si possono aprire che con un passepartout, che liberi la stanghettina, dal foro della maniglia, e costitui-

sono quindi un mezzo di chiusura meno pericoloso delle inferriate ma egualmente sicuro.

I telai a vetri, non hanno nulla di speciale, salvochè le dentiere sono pur esse regolate a passe-partout.

Per le celle occorrendo finestre a terra, il serramento che si è adottato è triplò e consiste di una persiana, d'una griglia speciale di difesa e del telaio a vetri.

Le inferriate constano di due telarini in legno a specchiatura piena sino all'altezza di circa un metro, ed aventi superiormente altra specchiatura vuota, che va sino al regolo orizzontale superiore del telarino, ed entro al quale viene disposta una griglia formata di ferri a T incontrantisi ad angolo retto, e costituenti tanti reticolati di 16 $\times$ 24 cm. di lato, corrispondenti in posizione e grandezza ai reticolati in legno dei telarini a vetro di cui parleremo.

Questi telarini a griglia o ferriata dovrebbero essere in alto sorretti da due rotelle mobili attorno ad un asse orizzontale superiore fissate al regolo del telarino mediante staffa in ferro, scorrevoli sopra di una guida orizzontale in ferro fermata al muro e costituita di una piccola trave composta di due ferri a T rilegati nel mezzo ed agli estremi da lamierini verticali. Altre rotelline minori e scorrevoli a livello del pavimento dovrebbero facilitare il movimento del telarino. Effettivamente per risparmio di spese le rotelle e la guida superiore vennero omesse e surrogate da altre più piccole in basso.

I telarini a vetro sono analoghi ai precedenti colla differenza che in luogo dei reticolati in ferro, hanno reticolati simili in legno muniti di vetro.

Per ottenere lo scorrimento dall'esterno indipendentemente dalla volontà del ricoverato, si lasciò nei due tratti di muro, che fiancheggiano il vano della finestra una scanalatura o fondo di cm. 80 per parte, largo cm. 16, alto quanto i serramenti muniti dei loro congegni o rotelle di movimento e presentante una feritoia orizzontale all'esterno.

Siccome poi quando i telarini a vetri sono chiusi, lo devono pure essere le inferriate, mentre per converso devono queste potersi chiudere indipendentemente dalle prime, così ne segue, che a ciascuno dei regoli verticali laterali, si è dovuto aggiungere uno sporto, entro al quale viene fissata un'asticella cilindrica in ferro normale al telarino e prolungantesi sino all'esterno, ove finisce in una manovella o nottolino a snodo.

Quest' asta scorrendo entro la feritoia orizzontale, lasciata appositamente nella faccia esterna o muricino di ricoprimento della scanalatura suddetta, trascina seco i telarini e ferriate, se procede verso il centro

del vano, trascina il semplice telarino a vetri, se si allontana da detto centro.

Quando così il telarino e con esso la manovella sono giunti all'estremo della loro corsa più lontano dal centro del vano, la manovella può essere accavalcata ad un gancio fissato al muro.

Questo gancio è munito di una stanghettima orizzontale a molla, che si ritira all'entrare della manovella nel gancio; ma essendo quest'ultima munita di foro in corrispondenza della stanghetta, questa scatta, entra nel foro e tien chiusa la manovella, che non può essere liberata che con un passe-partout che comandi la stanghettina.

Quando la manovella è invece all'estremo opposto e quindi sono chiusi i telarini a vetri, un ferroglietto verticale, si fa discendere, a traverso la fenditura orizzontale per guisa da impedire all'asticella cilindrica della manovella di ritornare indietro e riaprire il telarino e tutti questi congegni sono rinchiusi da una porticina entro muro.

Finalmente mentre i telarini a vetri restano così fermati ai loro estremi d'apertura o chiusura senza il bisogno di serratura od altri congegni, quelli a griglia sono muniti di scrocco a molla, per cui quando si spingono mercè l'asta suddescritta coi telarini a vetro verso il centro del vano, giunti a toccarsi si chiudono mercè il salterello della cricca.

Le porte per le celle d'isolamento si fecero doppie. La prima che comunica direttamente col corridoio, si doveva fare a due battenti fermata con bandelle a cerniera ad uno stipite di legno solidamente fissato alla muratura. In luogo dei palettini, che nelle porte ordinarie tengono fisso uno dei due battenti, si doveva disporre una spagnoletta nella quale le due stanghette verticali sarebbero terminate verso il mezzo in due dentiere, che si sarebbero fatte ascendere o discendere mediante ingranaggio a maniglia. Dalla cassetta che conteneva l'ingranaggio doveva uscire un nottolino a snodo, che si serrava contro un nasello, munito di stanghettina a molla.

Il nottolino, munito di apposito foro; sarebbe penetrato nella stanghettina appena si fosse appoggiato al nasello, e non lo si sarebbe potuto sprigionare che con un passe-partout.

In tal guisa i due battenti restavano solidamente chiusi e con un solo movimento si sarebbero potuti aprire entrambi.

Ma il direttore medico ha preferito porte ad un solo battente, che se possono parere più forti, riescono però assai pin incomode nei corridoi.

La seconda porta è con graticolato, e ciò per sorvegliare ed arieggiare dette celle.

Questa seconda porta deve essere perfettamente liscia verso l'interno

della cella, ad un solo battente e con serratura ad una sola mandata alla tedesca, e tale da potersi aprire senza rumore. Nel regolo pettorale vi è una spia munita di vetro molto forte, ed a cui si ricorre tuttavolta non è possibile aprire i graticolati per mosse ostili dei ricoverati.

In ultimo nelle sezioni dei sucidi, degli infermi, e dei semi-agitati le finestre sono costituite da due distinti telai, l'uno compenetrato nell'altro. Il maggiore od esterno è armato sulla faccia rivolta al di fuori di un intreccio di regoli a sezione di T colla nervatura verso l'esterno a maglie rettangolari della luce $0,16 \times 0,24$ costituenti una effettiva facciata.

Il telaio minore di vetrata poi entra impernato a battente nel primo in guisa che le sue traverse portanti i cristalli vengono esattamente a sovrapporsi alle divisioni stesse delle ferrate, le quali in tal guisa scompaiono nascoste dietro quelle. Il doppio telaio si assicura colla chiave passe-partout.

La Redazione.

DELLA SOFFOCAZIONE

E DELLA ESSICAZIONE E STAGIONATURA DEI BOZZOLI DA SETA.

(Vedi Tav. 10).

Il problema della soffocazione e successiva essicazione dei bozzoli ha sempre avuto grandissima importanza pel nostro paese. Vi si collegano interessi di primo ordine tanto in linea industriale che in linea agricola epperò abbiamo creduto fosse doveroso per il nostro Giornale di occuparsene. L'occasione ci è fornita oltrecchè del risveglio che la questione ha avuto in questi ultimi due o tre anni anche dall'aver potuto addentrarci qualche po' in argomento a motivo dell'apparire di alcuni nuovi apparecchi quali il Dubini-Bianchi, il Pellegrino, che già hanno cominciato ad affrontare le difficoltà della pratica, quello dell' Ing. Giuseppe Dubini che è una modificazione ed un completamento della camera di soffocazione già in uso ed infine quello degli Ingegneri Carissimo, Crotti, De Cristoforis che si sta costruendo e che s' impernia su idee affatto nuove. Ci lusinghiamo che l' esame dei differenti apparecchi che verremo successivamente pubblicando possa riuscire utile pei nostri lettori e possa permettere qualche positiva conclusione riguardo all'importante e difficile problema che è stato, con lodevole pensiero, messo a concorso dal Ministero d'Agricoltura Industria e Commercio.

Cominciamo da uno scritto comunicatoci dall' amico e collega Giuseppe Dubini il quale ha in argomento una speciale competenza.

LA REDAZIONE

1.° *Importanza dell'assunto.* — L'infausto anno 1896 resterà di triste memoria pei sericoltori anche per il grave danno arrecato dall' umidità della stagione, poichè il conseguito sviluppo della muffa nelle bozzoliere deteriorò non poco la fibra serica.

A calcolar poco si può ritenere in media un danno di L. 2 per minor reddito e di L. 2 per qualità scadente, e ciò per ogni chilogramma di seta. Riferito ai bozzoli a peso vivo, il danno si può adunque ritenere da L. 0,30 a L. 0,40 per Chilog. epperò per un ammasso di 50 000 Chilog. un danno dalle 15 alle 20 mila lire. Molte volte la perdita dei filatori ridonda a van-

taggio dei produttori o dei consumatori, ma in questo caso si tratta di una diminuzione di valore non proficua ad alcuno. È quindi prezzo dell'opera l'indagare quali siano state le cause di tanto danno per poterle combattere, e lo studiare ancora la soffocazione ed essicazione dei bozzoli.

E bene meritano del paese il R. Ministero d'Agricoltura e le Associazioni seriche che animano a trovare utili procedimenti e colla indicazione di problemi interessanti e col premio.

2.° *Cause del danno.* — Nell'adunanza del 28 Gennaio 1897 l'Illustre nostro Prof. Senatore Schiaparelli presentava al R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere la relazione annuale sul clima, compilata dal suo collaboratore Ing. Edoardo Pini, in base alle osservazioni meteorologiche eseguite presso il R. Osservatorio Astronomico di Brera. In quella relazione si mette in confronto l'andamento meteorico dell'anno 1896 coll'andamento normale, quale risulta dalla media di molti anni. A proposito dei mesi di Luglio, Agosto e Settembre, che sono quelli nei quali si opera naturalmente la stagionatura dei bozzoli, si rileva quanto in seguito vengo ad esporre.

Pressione atmosferica	MEDIA 1896	MEDIA Normale	Differenze
Luglio . . .	mm. 748, 21	mm. 747, 86	mm. + 0, 55
Agosto . . .	» 747, 46	» 747, 86	» — 0, 40
Settembre .	» 747, 38	» 748, 81	» — 1, 43

Nei mesi di Luglio e di Agosto, che furono tanto piovosi, la pressione atmosferica si scostò assai poco dalla normale; in Settembre poi (il solo non piovoso negli ultimi otto mesi del 1896) invece di trovare la pressione elevata, la troviamo alquanto diminuita. Queste sono anomalie che non si saprebbero spiegare se non con uno stato di pressioni più o meno elevate in altre regioni. L'esame adunque delle pressioni atmosferiche locali senza il confronto di quelle, che possono avere relazione colla nostra, non serve.

Temperatura Centigrada	MEDIA 1896	MEDIA Normale	Differenze
Luglio	23°, 71	23°, 46	+ 0°, 25
Agosto	19°, 75	22°, 01	— 2°, 26
Settembre . .	19°, 26	18°, 38	+ 0°, 88
Freddo il mese di Agosto.			

Tensione del vapore acqueo	Media		Differenze
	1896	Normale	
	millimetri	millimetri	millimetri
Luglio	14, 52	13, 31	+ 1, 21
Agosto	12, 28	13, 20	— 0, 92
Settembre . .	11, 12	11, 45	— 0, 33

Poco per non dire nulla ci rivelano le medie delle tensioni del vapore acqueo dell'atmosfera.

Umidità relativa	MEDIA		Differenze
	1896	Normale	
Luglio	67, 22 %	62, 75 %	+ 4, 47
Agosto	73, 98 »	65, 16 »	+ 8, 82
Settembre . .	66, 43 »	72, 50 »	— 6, 07

Molto invece ci rivelano le medie delle umidità relative. L'Agosto freddo e con quasi il 9 per cento più d'umidità fu la causa efficiente del danno. Questa causa è ancora più svelata dal seguente:

Stato dell'atmosfera e precipitazioni.

	PIOGGIA MEDIA			Giorni			Giorni con			
	1996	Normale	Differenze	Sereni	Nuvolosi	Misti	pioggia	temporale	grandine	nebbia
		millim.	millimetri							
Luglio . .	millim. 219, 1	75, 24	+ 143, 86	1	5	25	13	14	3	—
Agosto . .	» 118, 8	88, 94	+ 29, 86	1	16	14	14	8	—	3
Settembre	» 12, 8	94, 71	— 81, 91	8	5	17	17	1	—	1

La pioggia nel 1896 raggiunse i millim. 1309, 90 con una eccedenza di millim. 274, 38 sulla quantità normale; e di questa eccedenza sono dovuti millim. 269, 34 ai tre mesi estivi: Giugno, Luglio ed Agosto. Nei due mesi estivi da noi considerati si ebbero soltanto due giorni sereni. Nell' Agosto

poi se ne ebbero perfino tre con nebbia. La nostra Associazione serica, già tanto benemerita, non potrebbe porre mente alle osservazioni meteorologiche che si pubblicheranno giornalmente nei mesi di Luglio e di Agosto, e quando vedesse una tendenza a ripetersi l'andamento del 1896, dare l'allarme ai filatori? Almeno quelli che possono, ricorrerebbero alla essicazione artificiale e scongiurerebbero il danno.

Non lascerò questo argomento delle osservazioni meteorologiche senza riportare altra interessante osservazione dell'Ing. E. Pini, venendo peraltro ad una conclusione un po' diversa dalla sua.

Dal 1764 in poi gli anni di maggior pioggia furono: 1810, 1814, 1839, 1842, 1845, 1846, 1851, 1862, 1872, 1896. In questa serie il 1814 tiene il primo posto con millim. 1577,80 d'acqua, ed il 1896 l'ultimo posto con millimetri 1309,90. La media normale è millim. 1035,52. Ma l'anno 1896 presenta in confronto di tutti gli altri della serie la singolare anomalia di una straordinaria deficienza d'acqua nei primi quattro mesi, e di una ancora più straordinaria eccedenza d'acqua negli altri 8 mesi. La deficienza nei primi quattro mesi compreso l'Aprile, fu di millim. 211,18: l'eccedenza negli altri otto mesi fu di millim. 485,56; dei quali millim. 269,34 dovuti ai tre mesi estivi.

L'esito buono dei primi raccolti del 1896, *bozzoli* e *frumento*, e quello pessimo degli altri, specie dell'*uva* e del *riso*, provano quanto l'agricoltura abbia a temere più dalla umidità che non dalla siccità.

L'enorme quantità d'acqua caduta dal 1.° Maggio al 31 Dicembre, cagionò i tanti disastri d'innondazione del 1896.

Chiudo porgendo vivi ringraziamenti per la squisita cortesia usatami dall'Illustre Prof. Senatore Schiaparelli e dal distinto suo collaboratore Ing. E. Pini.

3.° *Considerazioni e nozioni generali.* — La soffocazione e la stagionatura dei bozzoli devono avvenire in condizioni tali da non pregiudicare lo svolgimento e la qualità del filo serico. Questo consta della fibra tessile o *fibroina*, e di due involucri gommosi o *sericina*. L'uno dei detti involucri, l'interno, si squaglia soltanto in una soluzione alcalina, e ciò si opera alla tintoria, industria intermedia alla filatura ed alla tessitura. L'involucro esterno invece si rammollisce e si scioglie in parte anche nell'acqua a 100° e serve a saldare fra di loro più fili serici per formare il filo industriale di un dato titolo.

Le colle in genere non possono sopportare temperature appena alquanto elevate senza alterarsi. La temperatura di regime è quindi della massima importanza.

La temperatura di 100° non arreca detrimento alla fibra tessile, come lo attesta il processo della filatura, ma deve dessa assegnarsi come limite massimo.

Contenendo i bozzoli una grande quantità d'acqua, circa $^2/_3$ del loro peso, consegue che parte della gomma può rammollirsi ed agglomerarsi nella parte bassa dei bozzoli, se questi siano sottoposti a lungo ad una tempe-

ratura da 70 a 100°. Accadrà poi alla trattura che il filo incontrerà difficoltà a staccarsi nelle parti del bozzolo gommato in eccesso, e si staccherà troppo facilmente e *senza ben distendersi* nelle parti alquanto sgommate, dando così origine al *pelo* tanto lamentato del filo serico.

Da quanto ora si è detto, appare subito che:

a) Se (per far presto, come nella massima parte dei casi), si tratta semplicemente della soffocazione, dovendo questa seguire alla temperatura più alta, comportabile 90° a 100°, la soffocazione dovrà essere rapida, e cioè di pochi minuti, per non lasciar tempo alla gomma del bozzolo di dislocarsi.

Essendo la crisalide ben difesa contro l'azione del calore non solo dal bozzolo serico, ma anche dall'aria in questo racchiusa, bisogna ricorrere ad un fluido che a 100° sia dotato di una grande capacità calorica.

Questo fluido altro non può essere che il vapor acqueo.

Un chilogramma di vapor acqueo a 100° contiene 637 calorie. Un chilogramma d'aria a 100° contiene soltanto calorie 23, 74. La capacità calorica del primo è 27 volte quella della seconda.

b) Per la stagionatura occorrendo lungo tempo converrà stare a non più di 50°; almeno fino a quando sia stata sottratta ai bozzoli una buona quantità della loro acqua.

Abbiamo detto che il procedimento a seguirsi non deve pregiudicare non solo lo svolgimento, ma anche le proprietà del filo serico. Queste sono veramente preziose e giova farne cenno per chiarire bene il nostro assunto. Il filo serico oltre alla lucentezza ed alla morbidezza sua caratteristica, ha una elasticità ed una tenacità meravigliose. L'elasticità è da un quinto ad un quarto di sua lunghezza; la tenacità è da tre a quattro grammi per ogni *denaro* del suo titolo. Il denaro è grammi 0,05. Il titolo, o grado di finezza, è la media di una ventina di prove d'assaggio del peso (fatto in denari) di matassine cadauna di m. 450 di filo. Il titolo equivale alla misura della sezione del filo. Un filo serico di 9 denari pesa gr. 0, 450 per m. 450, ossia gr. 0, 001 per metro (1 000 000 di metri per un Kg.) e può portare 27 a 36 grammi ossia da 27 000 a 36 000 volte il proprio peso per metro di lunghezza.

Un filo di ferro della sezione di un millimetro quadrato, lungo un metro pesa Kg. 0, 008 e porta da 50 a 60 Kilog. ossia da 6000 a 7500 volte il proprio peso.

Essendo 1333 il peso specifico della seta greggia, indicando con a la sezione di un filo di 9 denari, avremo la relazione:

$$1\,000\,000 \times a \times 1333 = \text{Kgr. } 1$$

dalla quale si ottiene:

$$a = \text{m. q. } 0{,}000\,000\,000\,75$$
$$a = \text{millim. q. } 0{,}000\,75$$

cui corrisponde il diametro di millim. 0, 03.

Quanta esilità e quanta tenacità! Quante utili applicazioni si potranno ancor fare colla seta!

Dalla proporzione;

$$\text{millim. q. } 0,00075 : \text{gr. } 36 = 1 : x$$

ricaviamo:

$$x = \text{gr. } 48\,000$$

cioè la tenacità della seta potrebbe giungere a 48 Kg. per millim. q.

Peraltro giova notare che la tenacità della seta più che alla sezione è dovuta al numero delle fibre di cui è costituita. A parità di titolo, e quindi a parità di sezione, il filo più resistente è quello formato col maggior numero di fibre o di fili elementari.

Da qui il maggior pregio dei bozzoli a filo fino, o come suol dirsi a *grana fina*. I fili elementari devono essere perfettamente saldati insieme, e quindi è della massima importanza che la loro gomma o sericina non venga alterata nella soffocazione e nella stagionatura e venga trattata convenientemente nella filatura.

La seta è una materia eminentemente igroscopica: d'ordinario contiene dal 10 al 12 per cento del suo peso in acqua; può contenerne fino al 20 per cento, se conservata in locali umidi. I bozzoli vivi possono contenere acqua igroscopica dall' 1 al 3 per cento del loro peso.

Contrariamente a quanto accade colle altre fibre tessili la seta si allunga, se bagnata, e si contrae fortemente, quando asciuga.

I bozzoli contengono aria, che ad alta temperatura può sciogliere una maggior quantità di vapore acqueo. Questo si condensa ed inumidisce nuovamente i bozzoli, qualora vengano sottoposti ad un raffreddamento repentino. E tutto ciò porta detrimento alla gomma del filo serico. I bozzoli giapponesi di colore verde lo dinotavano col colore rossastro, che assumeva il loro strato esposto all'aria. Quei bozzoli arrossati leggermente di colore, tendenti cioè al colore rugginoso, erano di difficile svolgimento al confronto di quelli loro sottoposti e quindi difesi contro un raffreddamento repentino.

L'antica pratica di ricoprire con coperte di lana o meglio ancora di riporre in un locale leggermente riscaldato i cestini dei bozzoli, provenienti dal forno di soffocazione è una riprova dell' asserto.

Le bozzoliere sono locali aerati naturalmente, in cui si ripongono i bozzoli a stagionare disponendoli sopra graticci. Di questi occorrono m.^{2} 5 a 10 per ogni 100 Kg. di bozzoli a seconda del grado di secchezza del sistema di soffocazione. I bozzoli devono essere rimaneggiati di frequente, e più quanto meno sono stagionati, onde meglio soddisfare alla condizione della superficie evaporante. Ciò richiede molto e dispendioso lavoro. Molti bozzoli si guastano per strofinio o per caduta, cagionante rottura della crisalide, e divengono materiale di scarto con evidente danno. Le bozzoliere poi costano molto denaro. Una bozzoliera di 50 mila chilogrammi costa almeno L. 30 000, cui dovrebbe corrispondere un affitto di almeno L. 2000

e quindi un costo di centesimi 4 per chilogrammo di bozzoli. Le bozzoliere presentano poi il grave difetto di essere alla discrezione della stagione che corre, di soffrirne tutte le vicissitudini con detrimento della sericina, e talvolta anche della stessa fibra del filo, come accadde nell'anno 1896 in causa della muffa.

Dal fin qui detto appare che l'ideale nel procedimento dovrebbe essere il seguente:

a) soffocazione rapida e sicura;

b) stagionatura a corrente d'aria scaldata a 50°;

c) conservazione dei bozzoli secchi in locali asciutti e ben riparati contro l'umidità atmosferica

Se non che in pratica questo ideale non si può raggiungere che in parte, come vengo subito ad esporre.

4.° *Della potenza di un forno di soffocazione e di stagionatura.* — In generale un locale d'ammasso di bozzoli non dovrebbe essere della portata minore di Kg. 20 000, perchè le spese non gravino troppo l'operazione, e non dovrebbe essere della portata maggiore di 100 000 Kg. per ragioni ovvie. La durata dell'ammasso è variabilissima, ed il forte di esso può ridursi a pochissimi giorni.

Se la stagione all'epoca della incubazione non è spiegata al bello, la nascita dei bacolini avviene abbastanza ripartitamente e la raccolta segue pure ripartitamente. Lo stesso avviene se la stagione corre fresca durante gli ultimi stadii dell'allevamento, perchè parte dei coltivatori avvantaggiano sopra degli altri, marciando a temperatura elevata artificialmente. Ma se una delle accennate condizioni, o peggio se entrambe hanno luogo in senso contrario, allora l'ammasso può avvenire in ben pochi giorni e raggiungere in un sol giorno il quantitativo di Kg. 3 a 5 mila nel locale da 20 000 Kg. e di 20 a 25 mila in quello da 100 mila Kilogrammi.

Aggiungasi che se le giornate di massimo raccolto sono molto calde, come accade sovente nella seconda metà di Giugno, i bozzoli sfarfallano con maggiore facilità, e tanto più se, venendo accatastati per mancanza di spazio, si riscaldano. I bozzoli sfarfallando perdono $^3/_4$ del loro valore. In presenza di tanto pericolo si comprende quanto sia necessario avere sottomano un mezzo potente di soffocazione entro limiti ben sicuri di temperatura.

In quei frangenti perdono ogni valore le obbiezioni contro l'uso del vapore diretto. Questo si impone colla sua grande potenza e sicurezza di temperatura. Per vero ben pochi vorranno sobbarcarsi a spese sproporzionate per essicatoi tali che in ogni eventualità servano a dovere per la soffocazione.

La riserva di un semplice forno di soffocazione a vapore gioverà anche ad assicurare l'operatore per l'eventualità, tutt'altro che impossibile, di un guasto nell'essicatoio.

Di conseguenza non si possono abolire del tutto le bozzoliere. La prudenza consiglierebbe di conservarle almeno per metà dell'ammasso.

Incontrerà certamente favore una soluzione come segue:

Provvedere il locale d'ammasso di un essicatoio di conveniente potenza, nonchè di un semplice forno di soffocazione a vapore, che ne assicuri in qualunque frangente. Così ad esempio un locale d'ammasso di 50 000 Kg. e dotato di bozzoliera per 25 000 Kg. dovrebbe essere provveduto:

a) di essicatoio di 3000 Kg. al giorno, che assicurerebbe la stagionatura in meno di tre settimane;

b) Di un piccolo forno di soffocazione a vapore della potenza di 8000 Kg. al giorno. Così facendo, una sola poca parte dell'ammasso subirebbe le vicissitudini atmosferiche e per pochi giorni, perchè i bozzoli, fatti morire semplicemente, verrebbero passati all'essicatoio, appena fosse possibile.

Che se si disponesse di bozzoliere per soli 15 000 Kg., si potrebbe marciare coll'essicatoio a mezza stagionatura, onde poter riporre i bozzoli in doppio strato e completarne poi la stagionatura, ripassandoli all'essicatoio. La piccola stufa a vapore servirebbe per l'eccedenza di bozzoli e rappresenterebbe sempre una grande e preziosa riserva.

5.° *Causa della discrepanza d'opinione dei Filandieri.* — La somma importanza della soffocazione, consigliante l'impiego del vapore diretto, e quella della stagionatura, che lo vorrebbe proscritto, cagionarono una grande discrepanza d'opinioni fra i filandieri in punto a queste prime operazioni della loro industria, discrepanza che diede origine ad una quantità svariatissima di forni. Vi sono:

a) Forni di semplice soffocazione e cioè senza circolazione d'aria; altri sono a secco, come la stufa Betti, altri a vapore, come la stufa Ducos, altri così detti a mezzo umido, partecipanti dei due generi ora detti;

b) Forni di moritura e stagionatura senza getto di vapore, come i forni Chiazzari, Beretta, Pellegrino ed altri molti.

c) Forni di moritura con getto di vapore e successiva stagionatura con circolazione d'aria calda.

6.° *Rassegna dei varii sistemi.* — Questa gioverà allo studio della importante questione.

a) Forni di semplice soffocazione.

Una stufa Betti, che viene attivata ancora in una filanda di produzione assai rinomata, consiste in un locale di m. 6, 80 $\times$ 12, 50, a volta reale coll'altezza all'imposta di m. 2, 80. Sono praticate ampie porte alle due teste. Tutto all'ingiro si dispongono in 8 piani 900 cestini di vimini di m. 0, 95 $\times$ 0, 45 $\times$ 0, 12, essendo il piano inferiore rilevato dal suolo di m. 0, 70. Sulla mezzaria del locale sono disposte tre stufe di ghisa, che per mezzo di tubi di lamiera di ferro, scaricano i prodotti della combustione in una torricella da camino che si erge al centro del locale e ne sorte.

Collocati a posto i cestini ripieni con 3000 Kg. circa di bozzoli, si attivano le 3 stufe e si chiudono le porte. Una infornata dura otto ore. Per il governo della stufa il fuochista entra qualche volta per un usciolo e cammina carpone. Si aprono poi le porte, si lascia che la temperatura si abbassi convenientemente, e poi si entra nel locale ad operare lo scarico ed

il nuovo carico dei 900 cestini. Si fanno due infornate al giorno, e quindi si condizionano 6000 Kg. al giorno. Questo sistema, detto *a secco*, senza ventilazione alcuna, ed a calore raggiante, è da proscriversi, oltre che per il penoso servizio, per il pericolo evidente d'incendio, o quanto meno per la poca uniformità, dovuta alla natura della sorgente di calore, la cui intensità è in ragione inversa del quadrato delle distanze. Peraltro sta l'uso trentennario che con piena soddisfazione ne fecero distinti filandieri. Con esso si possono conservare i bozzoli sopra $^2/_3$ dell'area di tavole occorrenti nella maggiore parte degli altri stabilimenti.

La stufa Ducos è invece a tutto vapore. Consiste in una piccolissima camera (1,25 × 1,25 × 1,30 altezza), nella quale si introduce un carrello di ferro, portante 12 tavolette di m. 0,63 × 0,92 × 0,11, disposte in 6 piani e capaci complessivamente di Kg. 60 a 70 di bozzoli. Inferiormente è praticato un focolare con caldaia scoperta di rame di m. 0,70 per 0,70 profonda 0,60, con due tubi di ritorno di fiamma del diametro 0,16. La caldaia deve essere mantenuta piena d'acqua alla ebollizione. I prodotti della combustione prima di arrivare al camino, lambiscono le pareti di un riscaldatore d'acqua per l'alimentazione della caldaia. Servendosi di due carrelli, si possono fare 6 cotte all'ora, bastando per la moritura dei bozzoli 7' alla temperatura di 90° circa.

In 18 ore con questa piccola stufa si possono far morire comodamente Kg. 7000 di bozzoli, ossia Kg. 1000 di più che colla grande stufa Betti.

Per facilitare la misura del tempo si fa uso di una clessidra indicante i 9' o 10' che il carrello deve stare nella stufa, compresa la fase iniziale di riscaldamento della massa dalla temperatura ambiente a quella di soffocazione. Questo sistema dà ottimi risultati in località asciutte e ben ventilate e quando la stagione corra propizia: richiede sempre molto sviluppo di bozzoliera e molte e costose cure di governo.

Una delle tante stufe a mezzo umido consiste in una cameretta capace di un carrello, portante cestini per 200 a 500 Kg. di bozzoli. Inferiormente è praticato un focolare, ed i prodotti della combustione, prima di arrivare al camino, serpeggiano sotto al suolo e lungo le tre pareti verticali. Per la soffocazione serve in parte il calore raggiante del suolo e delle pareti, ed in parte il vapore somministrato da una caldaia più o meno scoperta, insistente sul focolare, ovvero da un generatore esterno di vapore.

L'abbruciaticcio delle teste di qualche cestino di queste stufe ci avverte che un riscaldamento a fuoco diretto è da proscriversi.

b) Forni di soffocazione e stagionatura senza getto di vapore.

Forno Chiazzari. — Fino dal 1873 l'ingegnere Sig. Orazio Chiazzari de Torres, onore dell'Ateneo Torinese, studiava in modo rigorosamente scientifico l'arduo problema. Se non che il suo forno ad aria calda, per quanto ci consta, non corrispose all'aspettativa per due ragioni:

1.° Per aver trattato i bozzoli come se fossero semplici caldaiette a vapore, quando invece sono essere animati, che non evaporano considerevolmente, se non quando sia spenta in essi la vitalità. Ecco perchè l'umet-

tarsi del contorno della porta della stufa e delle unghie di una mano, introdotta nel forno, indica a non pochi dei nostri pratici che la soffocazione è raggiunta.

2.° Per avere impiegato l'aria quale veicolo del moltissimo calore occorrente. Essendo l'aria di assai poca capacità calorica, il Sig. Chiazzari dovette elevarne di troppo la temperatura, 140° a 180°. Questa sarebbe innocua ad evaporazione avviata, la quale, avvenendo alla pressione atmosferica, conserverebbe il bozzolo a 100°, finchè vi fosse acqua da evaporare. Per la ragione sopradetta è invece nociva, come si constatò anche in fatto. L'aria veniva riscaldata mediante calorifero di ghisa, il cui focolare a 800° si deteriorava rapidamente cagionando gravi pericoli d'incendio o quanto meno danni non lievi per abbruciaticcio e per affumicamento.

Peraltro il *Saggio di un forno perfezionato* del sullodato ingegnere riesce utilissimo per molti dati interessanti che vi si trovano, e sarà sempre un esempio magistrale dello studio della difficile questione.

L'Ing. Blanchod di Losanna ideò un sistema, che merita di essere accennato. Consisterebbe in una grande autoclave alta m. 2,45 e del diameutro occorrente alla capacità di Kg. 500 di bozzoli con m. 1,80 di altezza. La residua altezza di m. 0,65 sarebbe assegnata a formare una piccola camera al fondo dell'autoclave, per collocarvi un serpentino a vapore della superficie di m.² 2 circa. Questo serpentino dovrebbe portare e mantenere la temperatura della massa ad un certo grado, intanto che se ne promuove l'evaporazione, o per meglio dire la distillazione mediante pompa d'aria compound del diametro di millim. 200 e 100 = Corsa millim. 200, giri 180.

Il tempo da impiegare sarebbe di ore 20, diviso in due eguali periodi, il primo colla temperatura di regime di 50°, ed il secondo con quella di 80°. L'Ing. Blanchod calcola che occorrano calorie 22 000 per l'evaporazione e 18 000 per disperdimenti di calore, ecc.

L'esito ottenuto con un processo simile in piccole proporzioni, ossia con un esperimento da gabinetto parve splendido. Se non che il costo di impianto che deve essere gravissimo e quello d'esercizio, che pure deve essere grave, quando non si abbia a disposizione una forza di poco costo, e la difficoltà di condotta, (chiusura ermetica di autoclave grandissima, servizio di una pompa, oltre che del motore) formano, se male non ci apponiamo, un ostacolo insormontabile all'attuazione di questo sistema.

c) Stufa di soffocazione con getto di vapore e di successiva stagionatuaa a corrente d'aria calda.

Una delle tante stufe di questa specie consiste in una semplicissima cameretta, capace di un carrello di ferro, portante cestini o tavolette per 200 a 500 Kg. di bozzoli e capace di una sottoposta batteria di tubi di ghisa a nervature, a contatto della quale sbocca un condotto sotterraneo di presa d'aria dall'esterno, munito di serranda. Pure sotto al carrello è disposto un tubetto di rame bucherato che serve a dare il getto di vapore, occorrente per la soffocazione. Nel cielo della stufa è praticato un orificio mu-

nito di serranda e di condotto ad un camino di richiamo. La batteria dei tubi di ghisa a nervature è provvista di scaricatore automatico, e ad essa il vapore perviene costantemente. Tutte le volte che si introduce il carrello, carico di bozzoli vivi, si chiudono le serrande e si apre il robinetto di presa del vapore per il tubo bucherato, e lo si lascia aperto soltanto pei pochi minuti necessari alla soffocazione. Poi si aprono le serrande dell'aria e si attiva così la ventilazione per 15' o per 20', se vi è ressa per la soffocazione, altrimenti per il maggior tempo possibile: così l'ultima infornata del giorno si lascia nella stufa tutta la notte, ed alla mattina la si estrae ad un discreto grado di stagionatura.

7.° Noi studieremo la sistemazione di una stufa del genere ultimo descritto. Prima però ci si permetta di richiamare cognizioni teoriche che condurranno alla compilazione di una tabella dell'aria satura, che ci servirà non poco nell'assunto e che potrà servire anche in tante altre questioni interessanti.

Indicando con:

p_a e p_v i pesi d'aria e di vapore contenuti in un metro cubo d'aria satura alla temperatura t ed alla pressione normale di Kg. 10 330 per m²;

K_v la pressione o tensione massima del vapore saturo per m² alla temperatura t;

$\alpha = 0,00367 = \frac{1}{273}$ il coefficiente di dilatazione dei gas;

$T = 273 + t$ la temperatura assoluta:

P_a e V il peso e volume dell'aria capace di un Chilogr. di vapore.

e, ritenuto che il peso di un metro cubo d'aria a 0° ed alla pressione normale di 10 330 Kg. sia Kg. 1,293 e che il rapporto di peso fra eguali volumi di vapore e di aria nelle stesse condizioni di temperatura e di pressione sia $^5/_8$, si ha:

$$p_a = 1,293 \frac{1}{1 + \alpha t} \times \frac{10330 - K_v}{10330} = 0,03416 \cdot \frac{10330 - K_v}{T}$$

$$p_v = {}^5/_8 \cdot 1,293 \times \frac{1}{1 + \alpha t} \times \frac{K_v}{10330} = 0,0213 \cdot \frac{K_v}{T}$$

$$P_a = \frac{p_a}{p_v} = 1,60 \times \frac{10330 - K_v}{K_v}$$

$$V = \frac{P_a}{p_a} = \frac{1}{p_v} = \frac{P_a + 1}{p_a + p_v} = \frac{\text{peso dell'aria satura}}{\text{peso di 1 m.}^3 \text{ dell'aria satura}}$$

la quale ultima formola è l'espressione algebrica della nota legge che: *in uno spazio limitato si evapora la stessa quantità d'acqua, sia esso pieno d'aria, sia esso vuoto,* e ci svela come i volumi V non siano poi altro che i volumi specifici (le inverse delle densità) del vapore saturo, e

quindi quantità, che possiamo avere senz'altro dalla tabella del vapore di acqua saturo.

Questa legge è pur quella che ci spiega come i diversi procedimenti di stagionatura, (naturale, o a mezzo delle bozzoliere, distillazione o evaporazione nel vuoto, essicatoi a corrente d'aria calda, ecc.) coincidano nel risultato, quando la temperatura dell'ambiente, in cui sono posti i bozzoli, sia tale da sopperire alle occorrenti calorie di evaporazione ed il volume offerto alla evaporazione sia sufficiente.

Indicando inoltre con:

H_m la pressione o tensione massima del vapore saturo espresso in millimetri di mercurio.

b il binomio di dilatazione dei gas $= 1 + 0,00367\ t$.

avremo la seguente

Tabella dell'aria satura.

t	H_m	K_v	p_a	p_v	$p_a + p_v$	P_a	V	b
gradi	millim.	Kg.	Kg.	Kg	Kg.	Kg.	m. c.	
0	4, 56	62	1, 2837	0. 0048	1, 2885	264. 96	206, 201	1, 000
5	6, 54	89	1, 2595	0, 0068	1, 2763	184 —	157, 264	1, 020
10	9, 12	124	1. 2308	0, 0093	1, 2402	131. 68	107 —	1, 0[illegible]8
15	12, 72	173	1, 2038	0, 0126	1, 2164	93, 94	77, 81[illegible]	1, 056
20	17, 35	236	1, 1754	0, 0173	1, 1927	67, 84	57, 7[illegible]3	1, 075
25	23, 53	320	1, 1488	0, 0229	1, 1717	50, 05	43, 558	1, 093
30	31, 47	428	1, 1160	0, 0302	1, 1462	36, 91	33, 080	1, 112
35	41, 84	565	1, 0836	0, 0394	1, 1230	27, 44	25, 325	1, 130
40	54, 85	746	1, 0443	0, 0507	1, 0950	2[illegible], 54	19, 671	1, 148
45	71, 40	971	1, 0040	0, 0649	1, 0689	15, 42	15. 356	1, 167
50	91, 84	1249	0, 9616	0, 0825	1, 0441	11, 62	12, 085	1, 185
55	116, 10	1579	0, 9100	0, 1037	1, 0137	8. 75	9, 616	1, 203
60	148, 68	2022	0, 8287	0, 1294	0, 9581	6, 57	7, 901	1, 222
65	186, 91	2542	0, 7874	0. 1603	0, 9477	4, 90	6, 233	1, 240
70	232, 94	3168	0, 6924	0, 1971	0, 8895	3. 61	5, 182	1, [illegible]58
75	288, 38	3922	0, 6282	0, 2398	0, 8680	2, 61	4, 155	1, 277
80	354. 41	4820	0, 5175	0, 2907	0, 8082	1. 83	3, 502	1, 295
85	432, 87	5887	0, 4232	0, 3498	0, 7730	1, 20	2. 846	1, 313
90	525, 15	7142	0, 2917	0, 4185	0, 7102	0, 71	2, 408	1. 332
95	639, 71	8700	0, 1513	0, 5040	0, 6553	0, 30	1, 984	1, 350
100	760 —	10330	0, —	0, 5897	0, 5897	—	1, 700	1, 367

OSSERVAZIONI. — 1.° La colonna $p_a + p_v$ ci dà la densità dell'aria satura alla temperatura t ed alla pressione normale.

2.° L'aumento di volume dell'aria satura alla pressione normale per un aumento di temperatura di 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 gradi è rispettivamente di circa il 4, 7, 11, 15, 19, 22, 26 per cento.

Camino di richiamo. — Indicando con:

A ed S l'altezza e la sezione interna del camino;

1, t, T la densità, la temperatura centigrada e la temperatura assoluta dell'aria esterna,

d', t' e T' la densità, la temperatura centigrada e la temperatura assoluta dell'aria nel camino,

V = la velocità dell'aria nel camino, astrazione fatta delle resistenze;

v = la velocità effettiva.

Si ha che la forza ascensionale è:

$$A\,S\,(1 - d')$$

e siccome:

$$d' : 1 = T : T'$$

così la forza ascensionale si può esprimere come segue:

$$A\,S\left(1 - \frac{T}{T'}\right) = A\,S\,\frac{T' - T}{T'}$$

D'altra parte:

$$\frac{V^2}{2\,g}$$

è l'altezza in colonna d'aria calda, corrispondente alla velocità V.

Sarà:

$$\frac{V^2}{2\,g}\,d' = \frac{V^2}{2\,g}\,\frac{T}{T'}$$

l'altezza in colonna d'aria esterna, come è espressa la forza ascensionale.

Pertanto avremo l'equazione:

$$A\,S\,\frac{T' - T}{T'} = \frac{V^2}{2\,g}\,\frac{T}{T'}\,S.$$

Dalla quale si ricava:

$$\frac{V^2}{2g} = A\,\frac{T' - T}{T} = A\,\frac{t' - t}{t + 273}$$

e quindi:

$$V = \sqrt{2\,g\,A\,\frac{t' - t}{t + 273}}$$

e:

$$v = m\sqrt{2\,g\,A\,\frac{t' - t}{t + 273}}$$

essendo m un coefficiente pratico.

Distinti costruttori assumono:

$$m = 0,50$$

In questo caso avremo:

$$v = 2,2 \sqrt{A \frac{t' - t}{273 + t}}$$

8.° *Applicazione.* — Poniamo di avere a sistemare una delle solite stufe e che dessa sia riducibile alle misure interne seguenti:

Larghezza .	m.	1,65	
Lunghezza .	»	3,50	
Altezza . .	»	2,60 sopra	il piano del ferro
» . .	»	0,40 sotto	il piano del ferro

(vedi Tavola 10).

Si potrà assegnare a questa stufa-essicatoio la portata giornaliera di Kg. 1000, operando in due riprese, ossia facendo come suol dirsi, due cotte al giorno di Kg. 500 ciascuna. E ciò quando appena lo permetta l'andamento del raccolto, chè nei giorni di ressa si andrà sempre più abbreviando la fase di essicazione per lasciar corso in primo luogo alla soffocazione, col proposito di riprendere nei giorni successivi l'essicazione, se le circostanze lo richiedono.

Vengano riposti i 500 Kg. di bozzoli entro tavolette di legno facilmente trattabili, e queste vengano disposte in 13 piani sopra un carrello di ferro. Notasi che la superficie evaporante, la cui estensione è altra delle circostanze acceleranti, è di mq. 90 circa.

Per la soffocazione il calore verrà fornito con vapore diretto. Per l'essicazione il calore verrà propagato per moto convettivo e per irradiazione dal grande serpentino di tubi a nervature di ghisa, disposto nell'interno e sul fondo della stufa.

Questo serpentino servirà altresì al riscaldamento dell'aria da chiamare alla stufa per asportare l'acqua evaporata.

La quantità di calore occorrente sarà data dalla somma di:

a = quella che deve sopperire alla dispersione di calore dalle pareti e dal soffitto della stufa;

b = quella occorrente per portare la massa introdotta nella stufa dalla temperatura ambiente di 20° a quella di soffocazione a 90°, mediante getto di vapore;

c = quella occorrente per l'essicazione ossia per la vaporizzazione dell'acqua, contenuta nella massa. Temperatura di regime 50°.

d = quella occorrente per riscaldare da 20 a 50° l'aria da chiamare all'essicatoio onde asportare l'acqua vaporizzata.

Calcolo della quantità a). — Indicando con:

h il calore perduto per metro quadrato, per ora e per un grado di differenza fra la temperatura interna ed esterna;

c la conducibilità calorifica della materia, di cui sono fatte le pareti;

e lo spessore delle pareti ;

t e t' la temperatura esterna ed interna dell'essicatoio;

si ha che la quantità q di calore disperso per metro quadrato e per ora da una parete sarà:

$$q = \frac{k\,c\,(t' - t)}{k\,e + c}$$

Per le pareti in muratura di mattoni avremo nel nostro caso:

$$e = 0,50 \qquad k = 9 \qquad c = 0,68$$

e quindi:

$$q = \frac{9 \times 0,68\ (50 - 20)}{9 \times 0,50 + 0,68} = 35 \text{ calorie.}$$

La superficie delle pareti e del soffitto è:

2 (3, 50 + 2, 50) 3, 00	m²	36, 00
meno per la porta 1, 50 × 2, 66	»	4, 00
	m²	32, 00
Soffitto con ricoprimento 2, 50 × 3, 50	»	8, 75
	m²	40, 75

che in ragione di 35 calorie danno .	calorie	1426
e per la porta 200 calorie × mq. 4 =	»	800
	calorie	2226 all'ora.

E per una cotta di 12 ore si avrà:

$$a = \text{calorie } 26\,712$$

Calcolo della quantità b). — Vengono introdotti nella stufa

Carrello di ferro	Kg.	400 —
Tavolette di legno	»	360 —
Bozzoli	»	500 —
In tutto . .	Kg.	1260 —

Basandosi sopra dati, che troviamo nella pregevolissima monografia dell'Ing. Orazio Chiazzari, osservando peraltro che la composizione in peso di $^5/_6$ per la crisalide ed $^1/_6$ per il bozzolo vuoto ricorre soltanto in anno propizio e che nel caso nostro è preferibile attenersi alla composizione meno fortunata di $^6/_7$ e di $^1/_7$, avremo per la consistenza:

Bozzolo vuoto	Materia setosa	0, 88 × 14 = 12, 5	= 14
	Acqua igroscopica	0. 12 × 14 = 1, 5	
Crisalide . . .	Acqua	0, 75 × 86 = 64, 5	= 86
	Sali fissi, oli, e grassi animali.	0, 25 × 86 = 21, 5	
			100

Pertanto la consistenza dei bozzoli introdotti nella stufa sarà come segue:

Materia setosa .	$500 \times 0,125 =$	Kg. 62
Sali fissi, ecc. . .	$500 \times 0,215 =$	» 108
Acqua	$500 \times 0,660 =$	» 330
	Ritornano	Kg. 500

Applicando i rispettivi calori specifici, avremo che il peso ridotto in acqua delle materie introdotte è dato da:

$62 \times 6,26 =$	Kg. 16
$108 \times 0,29 =$	» 31
$330 \times 1,00 =$	» 330
$400 \times 0,11 =$	» 44
$360 \times 0,575 =$	» 207
	Kg. 628

e quindi occorreranno:

$$628\ (90 - 20) - \text{calorie } 43960$$

Il relativo getto di vapore, effluendo questo alla pressione atmosferica e condensandosi a 90° dovrà essere della quantità seguente:

$$\frac{43\,960}{606,5 + 0,305 \times 100 - 90^\circ} = 80 \text{ Kg.}$$

Il vapore deve pure riempire la stufa. La capacità di questa è data da:

$$1,45 \times 3,50 \times 3 = \text{m}^3\ 15,225$$

meno per lo spazio occupato:

dai bozzoli $\frac{500}{180}$	$= \text{m}^3$	2,777
dalle tavolette .	= »	0,624
dal carro $\frac{400}{7800}$	= »	0,051
	m^3	3,452 m^3 3,452
	Residuano m^3	11,773

che in ragione di Kg. 0,606 richiederanno altri Kg. 8 di vapore alla pressione assoluta di un'atmosfera corrispondente a:

$$637 \times 8 = 5096 \text{ calorie.}$$

Pertanto l'occorrenza sarà in tutto di Kg. 88 vapore ed avremo:

$$b = 49\,056 \text{ calorie.}$$

Calcolo della quantità c). — Ossia della quantità di calore che occorre per la essicazione.

Sono da vaporizzare	Kg. 330
d'acqua. Però, trattandosi di materia, che entra facilmente in fermentazione con sviluppo di calore, e le condizioni della fermentazione verificandosi nel nostro caso in alto grado (temperatura elevata, aria ed umidità molta) una parte di quell'acqua verrà eliminata anche per fermentazione. Crediamo di apprezzarla modicamente in 10 % circa	» 30
Restano pertanto . .	Kg. 300

Il peso ridotto in acqua dei bozzoli, introdotti nell'essicatoio è di	Kg. 583
cui aggiungendo il peso del vapore condensatosi per la soffocazione	» 80
si hanno .	Kg. 663

La temperatura di questa massa scendendo da 90° a 50°, verranno dimesse:

$$663 \times 40 = 26520 \text{ calorie.}$$

che vaporizzeranno:

$$\frac{26520}{606,5 + 0,305 \times 50 - 50} \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; \text{Kg. } 46$$

d'acqua, di modo che residueranno da vaporizzare . . . » 254
d'acqua a 50°.

Adunque avremo:

$$c = (606,5 + 0,305 \times 50 - 50)\,254 = 145224 \text{ calorie.}$$

Calcolo della quantità d); ossia della quantità di calore necessaria per riscaldare da 20° a 50° l'aria occorrente per asportare l'acqua evaporata.

L'aria, che tragitta nell'essicatoio, ne effluirà tanto meno satura quanto più progredirà l'essicazione. In base a risultati pratici, ritenendo che l'aria sfugga, anche in causa dei non pochi spazii nocivi, ad $^1/_8$ di saturazione,

e ritenendo che l'aria esterna sia satura, onde considerare il caso più sfavorevole, avremo che un metro cubo d'aria esterna nel suo tragitto nell'essicatoio asporterà (V. tabella).

$$\frac{1}{8}(1,11 \times 0,0825 - 0,0173) = \text{Kg. } 0,0093$$

di vapore acqueo, e quindi per asportare Kg. 330 di vapore acqueo a 50° occorreranno:

$$\frac{330}{0,0093} = \text{mc. } 35483 \text{ d'aria.}$$

Questo quantitativo d'aria conterrà (veggasi tabella):

d'aria $35483 \times 1,1754 = $ Kg. 41 707

di vapore $35483 \times 0,0173 = $ » 614

Il relativo peso ridotto in acqua sarà:

$41707 \times 0,237$	= Kg.	9884
$614 \times 0,475$	= »	292
	Kg.	10176

e quindi avremo:

$$d = (50 - 20)\ 10176 = 305280 \text{ calorie.}$$

Adunque la quantità di calore occorrente per una cotta di Kg. 500, in dodici ore, sarà data da:

$$a + b + c + d = \text{Cal. } 526\,272.$$

La quantità b verrà fornita, come già si disse, mediante vapore diretto, preso da una caldaia a vapore in pochi minuti primi. La quantità $a + c + d$ verrà fornita dal serpentino. Con questo si tratta di fornire calorie 39768 all'ora. Or bene possiamo calcolare sopra la trasmissione di 15 calorie per mq. e per ora e per 1.° di differenza di temperatura fra il vapore e l'aria attivamente rinnovata della stufa. Usando vapore da 4 a 5 atmosfere, avremo che la superficie di riscaldamento del serpentino deve essere di:

$$\frac{39768}{(150 - 50)\ 15} = \text{Mq. } 26$$

con un consumo orario di Kg. 25 a 30 di vapore, che non impensierisce punto per il generatore di vapore.

Metteremo 18 tubi a nervature di ghisa (quanti si possono disporre sul fondo della stufa) del diam. mm. 170, ed int.° mm. 65, della lunghezza di m. 1.

Colle relative curve i detti tubi peseranno Kg. 860, e daranno circa mq. 30 di superficie di riscaldamento, che stanno bene per un'eventuale abbassamento di pressione e quindi di temperatura del vapore.

E la fornitura della quantità *b* che deve impensierire.

Poniamo che si abbia a disposizione la caldaia di una piccola filanda del diam. di m. 1,30, a fuoco interno del diam. 0,70, lunghezza m. 4, Pressione massima atmosferica 4 effettive. Superficie di riscaldamento mq. 18,80. Dessa conterrà:

Mc. 2,64 d'acqua
» 1,18 di vapore.

Alla pressione di atmosfere effettive 3 ½ avremo accumulate in caldaia tante calorie, quante sono date da:

2640 × 148 + 1,18 × 2,49 × 6,25	= Cal.	392 636
Fatta l'estrazione degli 88 Kg. di vapore, ossia di . .	= »	49 056
resteranno in caldaia	= Cal.	343 580

e la corrispondente temperatura sarà data approssimativamente da:

$$\frac{343\,580}{2640 - 88} = 134°$$

alla quale temperatura corrisponde la pressione di 2 atmosfere effettive.

Adunque la cosa è possibilissima, tanto più che nel tempo stesso, in cui si fa l'estrazione di vapore, si continuerà a far fuoco. La pressione adunque sarà maggiore di due atm. effettive.

Ma in molti casi si potrà avere a disposizione una locomobile e non una caldaja fissa.

Poniamo di avere una locomobile della forza di 5 cav. nominali, ossia di 10 cav. effettivi D° m. 0,69 con 19 tubi del diametro di millim 70, lunghi m. 1,73 e focolare 0,57 × 0,65 × 0,85; Superficie di riscaldamento mq. 9,15; atm. 6 effettive. Questa locomobile conterrà:

mc. 0,493 d'acqua
» 0,217 di vapore

Alla pressione di atm. 6 effettive, si avranno accumulate in caldaia tante calorie quante sono date da:

493 × 167	Cal.	82 330
mc. 0,217 × 3,77 × 490	»	400
	Cal.	82 730
Se non si continuasse a far fuoco durante l'estrazione delle ossia dei Kg. 88 di vapore effluenti alla pressione atmosferica,	»	49 056
residuerebbero in caldaia	Cal.	33 674

con Kg. 417 d'acqua di modo che la temperatura scenderebbe a quella corrispondente alla pressione atmosferica, ossia a 100°.

Però, siccome durante l'estrazione verrà bene attivata la combustione, così si avrà una contemporanea produzione di vapore, che, in ragione di Kg. 20 per mq. e per ora, potrà essere di 45 Kg. e si manterrà una pressione più che sufficiente per il servizio del serpentino e del piccolo ventilatore. Notasi che l'estrazione dovrà seguire in tempo non minore dell'assegnato di 15' per non venir meno alle regole di governo di un generatore di vapore, fra le quali è importantissima quella di evitare le rapide depressioni.

Calcolo dell'apparato di ventilazione. — Il volume d'aria da chiamare all'essicatoio:

in 12 ore è di mc. 35 483

e quindi:

in 1 ora è di mc. 2 956

Il mezzo più ovvio che si presenterebbe è quello del camino di richiamo ma non è il più adatto, come si verrà dimostrando:

L'altezza di m. 16 presenta già qualche difficoltà, ossia un costo non indifferente, per un camino in lamiera di ferro:

Avremo:

$$v = 2,2 \sqrt{16 \frac{50 - 20}{293}} = \text{m. } 2,816$$

dovendo la tirata del camino essere di:

$$\text{mc. } \frac{2956}{3600} = 0.821 \text{ al } 1''$$

la sezione del camino dovrebbe essere;

$$\frac{0,821}{2,816} = \text{Mq. } 0,2915$$

cui corrisponderebbe il diametro di m. 0,61 che non è poco per le serrande agli orifici d'afflusso e di efflusso della stufa, da chiudersi durante il periodo di soffocazione.

In secondo luogo la depressione prodotta da camino di richiamo alto m. 16 sarebbe troppo poca cosa per vincere la resistenza opposta dai piani delle tavolette, entro le quali sono disposti i bozzoli. E per vero avremmo che la forza ascensionale del nostro camino sarebbe (Veggasi per la densità la tabella):

$$16 \times 0,2915 \, (1,1927 - 1,0441) = \text{Kg. } 0,69.$$

e per mq. sarebbe Kg 2, 37, ossia una depressione di poco più di mm. 2 di colonna d'acqua.

Converrà pertanto adottare un camino di richiamo di facili dimensioni, ed aggiungere l'azione di un ventilatore, che sarà meglio sia soffiante, a scopo di impedire che si formino correnti troppo dirette dall'orificio di afflusso a quello di efflusso, lasciando una buona parte dei bozzoli in angoli morti rispetto alla ventilazione.

Applicheremo un ventilatore Blackmann del D' mm. 355, che a giri 1350, prende 40 mc. d'aria al 1', coll'impiego della forza di $^1/_4$ di cavallo. Pressione 4 mm. di colonna d'acqua.

Adotteremo un camino di richiamo della sezione di mq. 0, 12 e dell'altezza di m. 14.

Questo camino aspirerà al 1'' tanta aria quanta è data da:

$$0,12 \times 2,2 \sqrt{14 \frac{50-20}{293}} = \text{Mq. } 0,314$$

e quindi al 1' Mc. 18, 84.

E l'apparato ventilatore sarà della potenza di Mc. 58 al 1' ossia di Mc. 3480 all'ora; più che sufficiente al nostro bisogno.

Del governo della Stufa-Essicatoio. — Una stufa come la descritta, qualora sia alimentata da una buona caldaia, e provveduta di due carrelli con scambio ferroviario, è sufficiente per un ammasso di Kg. 75 000 in una quindicina di giorni. Nei due o tre giorni di ressa si potranno soffocare 15000 Kg. di bozzoli al giorno, con un lavoro di 15 ore, e con una durata di $^1/_2$ ora per ciascuna cotta. Avendo a disposizione un doppio carro, è evitata la perdita di tempo per le operazioni di carico e scarico, le quali seguiranno altresì colla massima regolarità. Dieci minuti primi bastano per la soffocazione e quindi anche nei giorni di ressa resteranno per la ventilazione almeno venti minuti, che sono pure i più efficaci, essendo la materia a 90°.

La ventilazione verrà continuata per il maggior tempo possibile nelle altre giornate fino a raggiungere le ore 12 per ogni cotta e la essicazione verrà poi ripresa per i bozzoli stati semplicemente soffocati ed asciugati, qualora la stagione o la deficienza di spazio lo richiedano.

E qui giova ricordare che il filo serico consta della fibra e di due involucri gommosi, e giova ripetere, cosa della massima importanza, essere l'azione prolungata del calore nociva alle gomme o colle in genere, specialmente quando le sostanze, con cui si trovano, vengono essicate. Pertanto non converrà mai spingere l'essicazione oltre ad un grado conveniente.

Quando si sia raggiunta una mezza stagionatura, cioè i bozzoli abbiano perduto da $^1/_4$ ad $^1/_3$ del loro peso, si possono questi riporre in balle e spedire in viaggio della durata di un paio di giorni, senza che ne provvenga loro detrimento di sorta, oppure si possono disporre sopra i graticci in istrati molto più alti dell'ordinario, nei locali migliori che si abbiano

a disposizione. In breve tempo dessi perverranno alla completa essicazione. E quando appena siano ben governati la cattiva stagione non potrà più recar loro alcun danno.

Il sistema qui esposto si presta in modo assai semplice e sicuro a superare la grave difficoltà di una essicazione uniforme.

Da esperienze ripetutamente eseguite risulta infatti che, dato che i bozzoli posti nelle tavolette inferiori, si portino alla completa essicazione, per quelli delle tavolette superiori non si possono raggiungere che i $^3/_4$ di quella, degradando ad $^1/_2$ per quelli delle intermedie. A questo inconveniente si può provvedere con tutta facilità, estraendo il carro e scambiando di posto le tavolette ad un intervallo di tempo di due a tre ore, secondo i dettami di una pratica rapidamente ottenuta dopo qualche prova. Si ha così anche l'occasione di poter contemporaneamente rimescolare i bozzoli di ciascuna tavoletta e di estendere per tal modo il più possibile la superficie evaporante per la materia da essicare.

La sorgente di calore essendo per la soffocazione vapore diretto affluente alla pressione atmosferica e per l'essicazione un serpentino di tubi a vapore, viene assicurato assolutamente un limite massimo e conveniente di temperatura, e tolto ogni pericolo di danno per la fibra serica sotto questo rapporto.

L'apparecchio almeno per la parte muratoria non è trasportabile, per quanto la semplicità e facilità della sua costruzione neppure richiedano tale condizione. Per vero dire però esso è più adatto per gli industriali i quali già hanno a disposizione caldaia e motore. Ad essi riusciranno lievi le spese d'esercizio, rappresentate per la massima parte dagli interessi e dall'ammortamento del capitale impiegato, riducendosi a piccola frazione dell'anno il tempo in cui si fa uso della stufa.

Gioverà assai che l'impianto sia largamente provvisto di tavolette, in cui i bozzoli, siano vivi siano morti, si conservano molto bene. Le tavolette poi si possono comodamente accatastare. Così in un impianto, come quello da noi considerato sarà conveniente averne per un quantitativo non inferiore ai 6000 Kg. di bozzoli.

La stufa converrà sia posta in un locale ben riparato, perchè i bozzoli non abbiano a subire un raffreddamento repentino con danno della fibra serica in causa della condensazione del vapor acqueo disciolto in maggior quantità, ad alta temperatura, nell'aria contenuta dai bozzoli, come già si disse al capo 3.°

Una stufa di questo genere, senza però l'applicazione del ventilatore, venne dallo scrivente eseguita fino dal 1887 nell'Opificio di Osio dei Signori W. Schroeder e C. Altra, cui la Ditta Flli. Dubini e C. aggiunse il ventilatore, funziona già da qualche anno a St. Pietro all'Olmo. Altra in fine funzionò dallo scorso anno nell'opificio di Vill'Albese, pure esercito dalla Ditta Flli. Dubini e C.

Ing. GIUSEPPE DUBINI.

DI ALCUNI IMPIANTI

PER IL TRASPORTO DELL'ENERGIA ELETTRICA.

(Vedi pag. 3 e le tav. 1, 2, 11 e 12).

IL CANALE INDUSTRIALE DI PADERNO.

(*Continuazione*).

6.° Grande sfioratore di regolazione del bacino d'ammissione. — Nel suo bellissimo progetto di massima l' Ing. Carli si era occupato con particolare cura e con grandissimo acume del modo migliore per regolare il pelo d'acqua nel bacino d'ammissione, conoscendo per esperienza l'importanza grandissima di questa funzione.

Egli avea infatti proposto un sistema di sfioratore a salti successivi costituenti altrettanti bacini, ed aggiungeva nell'alto del manufatto delle saracinesche a cilindri verticali che dovevano servire ad ampliare considerevolmente la superficie sfiorante.

Tuttavia anche colle ingegnose disposizioni dell' Ing. Carli parve allo scrivente che non fosse risolto del tutto il problema della regolazione del bacino.

L'altezza della lama stramazzante nello sfioratore alto, era infatti nel progetto Carli di m. 0,55 d' altezza pel caso d' una portata di m. c. 30 al 1'', e quella sui parapetti dei salti successivi m. 0,95 per eguale portata.

Mantenendo pertanto le disposizioni Carli, essendo stata elevata la portata normale del canale a m. c. 45 al 1'', si avrebbe dovuto ampliare lo sfogo superiore del bacino portando a m. 30 la larghezza dello sfioratore, come infatti abbiamo fatto nel nostro progetto esecutivo; ma ci parve che fosse ancora troppo forte l'altezza della lama sfiorante specialmente nei salti dello sfioratore a gradinata.

Ci siamo perciò posti alla ricerca di una soluzione che risolvesse più completamente il problema, e crediamo d'averla trovata colla disposizione che è dettagliatamente rappresentata nella Tav. 11.

Abbiamo creata, di fianco al bacino di carica, una vasca avente una serie di soglie sfioranti costituite da N. 6 bocche aperte nello spessore del muraglione di sostegno del monte, da altre N. 6 bocche quadrangolari sfoganti su tutti i lati poste nel mezzo della vasca, e finalmente dal primo parapetto dello sfioratore a gradinata.

Tutte queste soglie sfioranti formano complessivamente uno sviluppo di m. 100, che può dare sfogo ad un volume considerevole d'acqua con un'altezza di lama stramazzante relativamente esigua.

Applicando la nota formula del Bresse, coi coefficienti corretti dall'Ing. Cipolletti :

$$Q = 0,97 \times \frac{1}{\sqrt{3}} \times \frac{2}{3} b \times h \sqrt{2 g . h} = 0,373 . b . h \sqrt{2 . g . h}$$

nella quale $b = 100$ m. è lo sviluppo della soglia stramazzante, ed h l'altezza della lama d'acqua, si trovano i seguenti valori delle portate per altezze diverse della lama.

Per $h = 0^m,13$	e per $b = 100^m$	la portata è	m^3 7,750	al 1″
» » $= 0^m,21$	» »	»	» 15,913	» »
» » $= 0^m,32$	» »	»	» 29,936	» »
» » $= 0^m,42$	» »	»	» 44,997	» »

Avremo cioè, nel caso che sia messa fuori di servizio una turbina e rifiutata la relativa portata di m. c. 7,500 al 1″, un rialzo nel bacino, corrispondente alla lama stramazzante $h =$ m. 0,13; nel caso che le turbine poste fuori di servizio sieno contemporaneamente due, la lama diventerà $h = 0,21$.

Difficilmente potrà accadere in pratica che sieno poste fuori di servizio più di due turbine contemporaneamente; ad ogni modo anche nel caso più disastroso di una fermata totale di tutto l'impianto elettrico, lo sfioratore sarà capace di smaltire tutta la portata del canale ossia m. c. 45 al 1″, con un'altezza di lama d'acqua $h = 0,42$ che è tutt'altro che eccessiva, vista l'eccezionalità assoluta del caso considerato.

Nella restante parte dello sfioratore e cioè nei salti a gradinata, abbiamo mantenuto il concetto di creare altrettanti bacini di ammorzamento, ma ci siamo proposti di ricercare la maniera di impedire il

polverizzamento dell'acqua, almeno nei casi più comuni, e cioè quando venissero messe fuori di servizio una o tutt'al più due turbine.

Per ottenere tale scopo abbiamo ideato di aumentare di molto l'altezza dei parapetti, che era nel progetto Carli di m. 0,55, portandola a m. 1,50, e di creare fra un salto e l'altro N. 18 fori a sezione quadrata di 0,50 × 0,50 e facenti azione di sifoni. (Vedi Tavola II).

Con tale artificio si raggiungeva anche l'altro scopo di diminuire fortemente la lama d'acqua nei casi di scarico di tutta la portata.

Se consideriamo infatti il caso ordinario in cui si debba smaltire dallo sfioratore la portata di una turbina (m. c. 7,500 al 1"), questa passerà totalmente dai fori a sifone, senza che la linea d'acqua, ossia la carica, raggiunga in ciascun salto la sommità del parapetto.

Se invece supponiamo che due turbine sieno sospese nella loro funzione e si vogliano scaricare m. c. 15 al 1", l'acqua passerà tutta ancora dai fori a sifone senza trasbordare dai parapetti, ma il pelo d'acqua rasenterà la sommità dei parapetti. Per portate maggiori si avrà il deflusso dell'acqua parte col mezzo dei fori a sifone e parte collo sfioramento sui parapetti.

Se consideriamo infatti questi condotti a sifone come bocche con accompagnamento delle pareti, aventi un battente netto:

$$h = 4,00 - 1,50 = 2,50$$

e se, tenendo conto del grado di scabrosità e del cambiamento repentino di direzione, assumiamo il coefficiente di contrazione $\mu = 0,50$, la portata di ognuna di queste bocche risulta:

$$Q = 0,50 \times 0,50 \times 0,50 \sqrt{2g \times 2,50} = \text{m. c. } 0,875 \text{ al } 1''$$

per ogni bocca, e quindi m. c. 15,740 per tutte le bocche a sifone

Simile risultato si ottiene pure se paragoniamo questi condotti a tubazioni forzate molto scabrose.

$$Y = \frac{b}{2} \frac{C\,L}{A} v^2 = \frac{0,0012}{2} \times \frac{2 \times 3,80}{0,25} \times 7,00^2 = \text{m. } 0,89$$

La velocità d'efflusso sarebbe quindi quella dovuta alla carica

$$h - y = 2,50 - 0,89 = \text{m. } 1,61,$$

la quale ridotta del 40 %, per la contrazione che avviene nell' imbocco, diverrebbe:

$$v = 0,60 \times 5,60 = \text{m. } 3,36 \text{ al } 1''$$

cui corrisponderebbe la portata Q = m. c. 0,840 per ogni bocca; e per le 18 bocche m. c. 15,120 al 1'', ossia poco diversamente da quanto abbiamo trovato coll' altro metodo.

Se trascuriamo le modificazioni che avvengono nella carica per l'altezza della lama sfiorante dai parapetti, quando la portata supera i m. c. 15 al 1'', avremo che, nelle condizioni di scarico eccezionale di tutti i 45 m. c. al 1'' attraverso il grande sfioratore, meno di m. c. 30 dovranno passare a sfioramento sui parapetti, con una lama d' acqua quindi minore di

$$h = \sqrt[3]{\left(\frac{Q^2}{2,74 \cdot b^2}\right)} = \text{m. } 0,72$$

e che noi riteniamo debba avvicinarsi ad h = m. 0,60.

Questa altezza è molto soddisfacente e non può menomamente compromettere la stabilità del manufatto.

7.° *Edificio dei motori e delle dinamo* (*Stazione centrale*). — La disposizione di questo edificio è stata completamente cambiata in confronto del progetto dell'Ing. Carli, come si può vedere dalla tavola che vi si riferisce.

Due concetti fondamentali imposero siffatto cambiamento e cioè: il desiderio di adottare turbine ad asse orizzontale calettate sull' albero stesso delle dinamo, collocando le une e le altre al disopra delle massime piene, e la opportunità di avere nella sala delle macchine le dinamo e tutti gli apparecchi elettrici verso quel lato dell' edificio da cui doveva partire la linea di trasmissione per Milano.

L'edificio da noi studiato è ridotto ad una grande semplicità; N. 7 corritoi sotterranei larghi m. 4 ricevono altrettanti tubi metallici aduttori dell' acqua alle turbine, altri N. 7 corridoi di m. 1,60 di larghezza, servono all' ispezione delle parti inferiori delle dinamo ed a contenere i fili conduttori che partono da quest' ultime.

Tutti i meccanismi di generazione e di regolazione, tanto delle turbine che delle dinamo, sono posti sopra il pavimento della sala delle macchine.

Con tale disposizione si è raggiunto anche un altro scopo importantissimo che è quello di avere le dinamo, nella loro parte sottostante al pavimento della sala, fuori dal pericolo d'un contatto colle acque di piena del fiume, le quali nelle maggiori escrescenze (piena 1868) possono toccare il livello che corrisponde alla quota 155,30, ossia m. 1,35 sotto il pavimento della sala delle macchine.

Infatti le camere stesse delle turbine, contornate da grossi muri, formano una difesa completa e sicura contro l'invasione delle acque nei sotterranei.

Per togliere poi anche il dubbio fondatissimo che l'acqua circondante, per filtrazione, tutto il fabbricato delle macchine, potesse penetrare e danneggiare i locali sotterranei e più specialmente i fili conduttori e le parti inferiori delle dinamo, abbiamo costruita la platea generale di fondazione suddividendola in tre strati di circa m. 0,30 di spessore, interponendo fra l'uno e l'altro strato uno smalto di buon cemento portland. Per lo stesso scopo anche nelle pareti circoscriventi il fabbricato si è provveduto a munire tutti i muri di uno smalto di cemento applicato alla superficie esterna.

Tale sistema, da noi applicato anche in altre costruzioni, ci diede sempre i più splendidi risultati. In qualunque modo essendo quasi impossibile ottenere una tenuta perfetta quando, come nel nostro caso, possiamo avere fino a m. 4 di carica esterna d'acqua, i sotterranei hanno recapito a mezzo di convenienti canaletti di scolo a due pozzetti ai quali possono essere applicate due pompette elettriche, che riversano l'acqua nei tombini alti, che servono a raccogliere anche le acque del piano inclinato dei grandi tubi adduttori.

Il resto dell'edificio non ha nulla di particolare e solo è forse da notarsi la disposizione per la quale tutti i fili conduttori elettrici vengono raccolti in un corridoio esterno al fabbricato principale e molto facilmente accessibile, e quella di avere collocati i quadri e tutti gli apparecchi elettrici di regolazione e di prova in un avancorpo speciale che rende più comoda la posizione dei quadri, tanto rispetto alle macchine generatrici che rispetto alla uscita della linea di trasmissione a Milano.

La dissimetria delle turbine rispetto alle tubazioni adduttrici ha suggerita l'annessione alla sala macchine del tratto di fabbricato che serve per officina, magazzini ed abitazione dei capi-officina.

Così tanto nell'interno che all'esterno del fabbricato si è ottenuta una disposizione perfettamente regolare e simmetrica.

La sala delle macchine misura m. 59, 80 di lunghezza per m. 17, 60 di larghezza, ha quindi la superficie di m. q. 1 032, 48; l'altezza del piano delle rotaie della gru essendo m. 8 sul pavimento, può permettere qualunque manovra di smontatura e montatura delle macchine. Sette aperture tagliate nel pavimento della sala, in corrispondenza dei corridoi dei tubi adduttori, permettono di fare l'eventuale ricambio dei tubi stessi e delle farfalle che servono per la chiusura completa delle turbine.

Il corritoio che contiene i gomiti dei grandi tubi, presentando sotto i tubi stessi un vano sufficiente per dar passaggio alle persone, serve di comunicazione ai diversi sotterranei.

La ventilazione della sala è data da sette finestroni che hanno m. q. 14 di superficie cadauno e da 52 finestrelle poste nell' alto della sala e precisamente fra il piano di scorrimento della gru e l' impostazione del tetto. Quest'ultime finestre sono munite di serramenti aprentesi a farfalla, per modo da impedire all' acqua di pioggia di entrare nella sala, anche quando sono aperte a 45°.

Oltre ad una scala a chiocciola interna, furono aperte comode scale esterne per accedere ai sotterranei per l' esame periodico delle tubazioni idrauliche e delle condotture elettriche.

Gli accessi esterni del fabbricato sono ovunque spaziosi, e non fu trascurato di tagliare due stradelle che uniscono il piano dell' edificio dei motori col bacino d' ammissione, per potere prontamente passare dall' uno all' altro manufatto.

La struttura murale del fabbricato delle macchine è costituita quasi interamente in calcestruzzo formato con mescolanza di calce eminentemente idraulica e cemento portland.

La proporzione della calce al cemento fu variata a seconda dell'importanza e dello sforzo delle parti da costruire, e precisamente mentre per le pile e spalle esterne ed interne si adottò una miscela di tre parti di calce ed una di cemento, nelle camere delle turbine si usarono proporzioni eguali dell' una e dell' altra materia. Nelle parti più soggette ad immediate grandi pressioni si usò il calcestruzzo formato con solo portland.

Per tutti i calcestruzzi puri o misti la proporzione della calce e cemento insieme fu di quintali due per ogni metro cubo di calcestruzzo formato.

Per diminuire la complicazione di un gran numero di armature e

stampi, fu adottato anche per l'edificio dei motori il sistema usato pel bacino d'ammissione, che consiste nell'eseguire le pareti formanti contorno con mattoni disposti con spessore di una a due teste, e riempiendo il vano di calcestruzzo battuto per altezze non maggiori di m. 0, 30.

Si ottenne così, se non una maggiore rapidità, almeno una più semplice costruzione e più soddisfacente alla vista, poichè tutte le parti esteriori appariscono di cotto stillato alla capuccina.

Del bacino di scarico dei motori c'è poco da dire poichè la disposizione generale è assai semplice; il solo provvedimento da osservarsi è quello per cui ciascuna bocca di scarico delle turbine è munita di un sistema di chiusura a panconature con interposizione d'argilla. Tale disposizione permette di asciugare completamente una bocca lasciando funzionare liberamente le altre. Una scala d' accesso esterna ed una passarella che corre lungo tutte le bocche rende l' eventuale manovra di chiusura molto facile.

Così in questo impianto ciascuna parte meccanica e murale, dalla presa allo scarico della turbina, può essere ispezionata ed, occorrendo riparata con estrema facilità.

Non ci occupiamo a descrivere la parte meccanica ed elettrica della stazione centrale, che da altri verrà competentemente illustrata.

Diamo piuttosto, come complemento, i dati idraulici dell' impianto.

La quota del pelo normale nel bacino di carica o d' ammissione è	m.	180, 22
La quota di massima magra allo scarico e	»	151, 40
Il salto netto di massima magra è	m.	28, 82
La massima piena può produrre una sopraelevazione di .	»	3, 90
Per cui il salto minimo si riduce a	»	24, 92

La forza teorica utilizzabile, colla portata di magra m. c. 45 al 1'', è quindi:

$$N_t = \frac{28,82 \times 45\,000}{75} = HP_t\ 17\,292$$

Per avere la stessa forza in piena, la portata deve essere aumentata a:

$$Q = \frac{17\,292}{24,92} \times 75 = m^3\ 52,042 \text{ al } 1''$$

Le turbine sono appunto costruite per questa condizione più sfavorevole, ed anche il canale essendo capace della portata maggiore suddetta, ne viene che la forza totale può essere mantenuta costante in qualunque stadio del fiume.

Supponendo il rendimento delle turbine fra il 75 ed il 76 $^0/_0$, la forza disponibile effettiva, misurata sugli alberi delle turbine può ritenersi in cifra rotonda di 13 000 cavalli effettivi.

8.° Nuovo naviglio, nuova conca e canale di restituzione. — La condizione che viene creata dal fatto di deviare, durante le grandi magre, completamente il fiume Adda, per farlo attraversare il nuovo canale industriale, impose la necessità di far passare le barche della pubblica navigazione per il canale di scarico, e di poi farle rimontare, a mezzo di una conca e di un nuovo canale, nel vecchio naviglio di Paderno che sfociava a m. 602, 12 a monte del nostro edificio dei motori.

Si è dovuto quindi costruire un nuovo tronco di naviglio, congiungente l'ultima vecchia conca colla nuova, destinandolo esclusivamente alla navigazione, e far servire il canale di restituzione anche come canale di navigazione.

Il primo canale lungo m. 387,95 ha la larghezza costante di m. 11 sul fondo; le sponde sono a muri di sostegno aventi $^1/_5$ di scarpa, e sono in generale portate all' altezza delle grandi piene. La pendenza del canale è 0, 00026; l'altezza normale dell'acqua m. 1,20.

Prima della nuova conca fu aperto uno sfioratore avente m. 15 di lunghezza che è destinato a versare nel fiume l' acqua scorrente nel canale nei momenti in cui non sia in azione la conca, e cioè quasi costantemente poichè la navigazione è ora ridotta a ben poca cosa.

Tale acqua di scarico resta così disponibile nella misura di metri cubi 2 al 1" per il molino detto del passo d'Adda ed appartenente al Sig. C. Medolago.

La nuova conca ha nelle condizioni di magra normale m. 3, 18 di salto, e presenta le stesse dimensioni delle conche superiori del naviglio di Paderno.

Il canale di scarico o di restituzione che nel progetto Carli aveva m. 14 di larghezza fu portato a m. 20 per poter essere suscettibile di convogliare, con un'altezza normale di m. 1, 50 (che è l'altezza corrispondente alle condizioni di navigazione), la portata di m. c. 45 al 1" senza sorpassare la velocità di m. 1, 50 al 1" desiderata dalla navigazione.

Per facilitare lo scarico delle macchine o parti di esse, si è costruita nel canale di scarico, in prossimità del piazzale d'accesso dell'edificio dei motori, una pila murale elevata fino al piano del piazzale stesso.

È facile così, coll'aiuto di apposito castello smontabile, di levare i pesanti pezzi di macchine dalle barche e farli adagiare su carrelli che li possono trasportare entro la sala principale.

La costruzione di questi due canali, che hanno il loro fondo molto depresso in confronto del pelo del fiume, ha presentato serie difficoltà specialmente per la mancata magra invernale 1896-1897.

I prosciugamenti si poterono tuttavia ottenere completi mediante il funzionamento di potenti pompe centrifughe comandate per la maggior parte da motori elettrici alimentati da un impianto idraulico apposito, creato fin dal principio dei lavori, e che ci fu di risorsa inestimabile. Ma di ciò parleremo nel successivo capitolo, ove ci occuperemo della conduzione dei lavori.

9.° Sistema di conduzione dei lavori e dati economici. — Una delle più serie preoccupazioni che si affacciò allo scrivente quando gli venne affidato l'incarico della direzione dei lavori, fu quella di scegliere il modo per ottenere, oltre una considerevole economia, una grande perfezione di lavoro.

L'esperienza che per fortuna lo aveva guidato in altri importanti lavori idraulici, fatti assieme all'illustre e sventurato mio amico e collega Ing. Carli Enrico o da solo in questi ultimi anni, mi aveva ingenerata la profonda convinzione che il miglior modo d'attuazione di opere delicate e importanti era quello della conduzione diretta.

Infatti questo sistema, applicato colla necessaria oculatezza, presenta sopra ogni altro il vantaggio della perfetta conoscenza e libertà nell'applicazione dei materiali di costruzione, e di eliminare quelle ragioni di malintesa economia che nell'appaltatore di professione sono una necessità di mestiere.

Fu per questa ragione che la proposta da me fatta alla Società Concessionaria ebbe naturale e favorevole accoglienza, e che i lavori poterono essere così condotti nella forma diretta, e cioè eliminando ogni contratto d'appalto.

Mantenni in alcuni casi il sistema di cottimare qualche parte secondaria del lavoro, ma in generale le parti più difficili e delicate furono eseguite da noi direttamente, coadiuvati naturalmente nella bi-

sogna da una opportuna scelta di personale pratico di ogni speciale categoria di lavoro.

Tutto il lavoro fu diviso in tre cantieri:

Il 1.° cantiere comprendeva le opere di derivazione, e cioè: Diga, Impianto idroelettrico provvisorio, Canale derivatore ed Edificio di presa: il 2.° cantiere le tre gallerie e le due trincee, e cioè tutto il canale d'ammissione; il 3.° cantiere abbracciava tutte le opere di utilizzazione, e cioè bacino di carica, sfioratore, edificio delle macchine, ed il nuovo canale di navigazione e di scarico.

Il personale dipendente dalla direzione generale tecnica ed amministrativa del sottoscritto, era così distribuito:

a) Ufficio di Milano:

Segretario tecnico ed amministrativo Sig. A. Mussato.

Contabile Sig. I. Talachini.

Disegnatori e assistenti tecnici a seconda dei bisogni.

b) Ufficio di Paderno:

Ajutante tecnico generale Sig. M. Parlanti.

Ingegnere Capo Sezione del I. Cantiere Sig. C. Cristani.

» » » » II. » » A. Locatelli.

» » » » III. » » A. Covi.

Magazziniere generale Sig. I. Fondreschi.

Assistenti tecnici e sorveglianti a seconda dei bisogni.

Gli ingegneri preposti ad ogni cantiere avevano in special modo da occuparsi della perfetta esecuzione tecnica, della formazione degli stati delle paghe, e dei rilievi quantitativi; all'aiutante tecnico era specialmente affidata la sorveglianza generale del lavoro, lo studio e distribuzione delle manovre dei diversi lavori, e l'approvvigionamento di quanto poteva occorrere in ogni cantiere.

In linea pratica tuttavia, regnando fra il personale il più completo accordo per cooperare in ogni modo al perfetto andamento dei lavori, non occorse mai marcare troppo recisamente quei confini delle singole attribuzioni che avrebbero potuto turbare od impacciare il sollecito disbrigo dell'azienda.

Ad ogni fine mese venivano regolarmente approntate dal personale dei lavori tutte le situazioni occorrenti per la liquidazione delle paghe degli operai, che intanto ricevevano nella quindicina degli acconti.

Ad ogni tre mesi la Direzione centrale allestiva un rapporto dettagliato sull'andamento dei lavori, coi risultati economici ottenuti e colle previsioni per la successiva conduzione dei lavori.

In tal modo le costruzioni poterono essere portate sollecitamente a termine senza incidenti, questioni e più che tutto con la più accurata regolarità, continuità e sicurezza.

Le prove, che fra poco si faranno del funzionamento delle varie opere, diranno se la perfezione della costruzione sarà quale il complesso delle cure avute ci dà il diritto di attendere.

In quanto al risultato economico non possiamo ancora esporrre le cifre finali di costo delle varie opere, possiamo però tenerci sicuri che le spese preventivate non saranno certamente sorpassate, e perciò, anche trascurando la probabilità di economie, il costo totale di costruzione delle opere idrauliche del canale di Paderno, compreso l'edificio completo delle macchine, non sorpasserà le L. 3 100 000 preventivate, con che il costo del cavallo dinamico si ridurrà a non più di L. 183.

In tale cifra però non sono comprese le spese sborsate prima dei lavori, le quali non potranno elevare di molto la cifra unitaria, che resterà in qualunque modo fra i minori costi finora realizzati.

Come ebbi ad accennare di già, i lavori regolari si iniziarono coi primi giorni del 1896 dando mano anzitutto a costruire quell'impianto idroelettrico provvisorio che doveva servire a creare l'energia elettrica occorrente per l'illuminazione delle gallerie, e sopratutto per azionare i montacarichi e le macchine svariate di prosciugamento.

Tale impianto, che sussiste tuttora, fu creato di fianco alla diga di derivazione scavando un piccolo canale apposito che ha il suo scarico poco a valle della diga stessa.

Il salto così creato, nelle condizioni medie del fiume, era di m. 3 e la portata di m. c. 4 al 1", si poterono quindi avere disponibili circa 120 cavalli effettivi che furono sufficienti durante tutti i lavori, esclusi i pochi mesi ultimi in cui l'intensità del lavoro per l'impianto idroelettrico e la costruzione completa del nuovo naviglio e del canale di scarico, richiesero l'aggiunta di qualche locomobile.

Tale impianto idroelettrico fornito parte dalla Casa Ganz e C. di Budapest e parte dalla Ditta Brown Boveri e C. di Baden, ha agito egregiamente e fu una vera risorsa specialmente nei punti ove occorreva un'applicazione saltuaria delle pompe centrifughe, o dove la località avrebbe reso molto difficile, per non dire impossibile, l'uso di locomobili.

Le difficoltà incontrate durante i lavori furono molte e di natura svariatissima; la necessità di allargare il naviglio per farne il nuovo

canale derivatore senza interrompere la navigazione; l'aprire delle gallerie attraverso terreni non compatti ed in presenza di abbondanti sorgenti; l'eseguire tutte le trincee del canale d'ammissione in località ristrette e mancanti di aree per depositi, e finalmente il costruire importantissimi manufatti, quali il nuovo naviglio, il canale di scarico e l'edificio dei motori, gettandone le fondazioni a circa m. 3,00 sotto il pelo del fiume e in tutta prossimità dello stesso, furono tutte circostanze che possono dare un'idea delle lotte che si dovettero sostenere contro le accidentalità d'ogni genere.

Siamo tuttavia ben soddisfatti nell'asserire che tutti i lavori poterono avere il loro compimento senza dover modificare sensibilmente il nostro progetto di dettaglio, e senza lamentare serî e prolungati inconvenienti.

Anche come tempo impiegato per l'esecuzione, crediamo che ben difficilmente avrebbe potuto prevedersi minore, inquantochè l'annata 1896 fu delle più sfavorevoli che si potesse immaginare.

(Continua).

Milano, 15 Marzo 1898.

Il Progettista e Direttore dei lavori.

Ing. PAOLO MILANI

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

I risultati delle prove fatte alla Spezia col telegrafo Marconi dall'11 al 18 luglio 1897. (Vedi pag. 75 e la tav. 6). (Dalla *Rivista d'Artiglieria e Genio*). — Il giorno 18 Luglio si eseguirono le ultime esperienze della serie.

La stazione di trasmissione fu ancora S. Bartolomeo, ove si aveva al solito un apparecchio ricevitore di controllo nelle condizioni invariate dei giorni precedenti. Si tenne la lunghezza del conduttore aereo di emissione al massimo limite già raggiunto di 34 m. L'energia elettrica veniva fornita da 5 elementi Tudor da 150 ampère-ora, montati sopra un carretto scorrevole sulle rotaie di un proiettore foto-elettrico.

La stazione di ricevimento venne ancora portata sulla R. nave *S. Martino*, ove fu eretto, *contro l'albero metallico di poppa*, ma da esso isolato, un conduttore aereo di recezione di circa 28 m. di altezza. Il collegamento col mare venne fatto attortigliando il conduttore di scarico ad un occhione di ferro infisso nel ponte di poppa.

Non insisto più sulla mancanza di ogni preoccupazione di accordo fra i vari apparecchi. In questo giorno specialmente, le capacità elettrostatiche dei due conduttori aerei dei due ricevitori, dovevano avere valori di gran lunga diversi.

Rileverò invece una inesattezza che figura in alcuni recenti scritti sul telegrafo marconiano; alcuno, prendendo in parte da una conferenza del Preece, modificando poi secondo quanto avrà sentito riferire da altri o avrà creduto di vedere alle esperienze eseguite in Roma al Ministero della Marina, ha affermato che il conduttore che collega l'apparecchio di ricevimento colla terra o col mare, comprende una lamina di rame che serve a determinare l'accordo del risuonatore all'oscillatore, introducendo una capacità che può essere regolata secondo l'occorrenza. Questa apposizione, anzitutto non venne mai attuata dal Marconi, chè le striscie di rame vengono annesse al risuonatore quando lo si lascia isolato dalla terra, in occasione dell'impiego del riflettore presso l'oscillatore. D'altra parte, a che varrebbe l'aggiunta dell'insignificante capacità di una striscia di rame di 40 cm. per 3 cm. scarsi, sul conduttore che pesca in quell'immenso serbatoio che è la terra?

Le segnalazioni trasmesse erano dei *v*, emanati per coppie a cinque minuti di intervallo l'una dall'altra, e, di tanto in tanto, gruppi di parole.

Verso le 9 1/4 la nave si allontanò dal seno di Panigaglia e si diresse verso l'apertura ad ovest della diga che chiude il golfo, con una velocità di 8 o 9 chilometri all'ora (fig. 5).

Alle 9 3/4 circa, in prossimità della Palmaria, a Km. 4 1/4 da S. Bartolomeo, si ricevettero perfettamente alcune parole. Giunta all'altezza di Punta Scuola, la nave fece rotta verso il sud. Alle 10 1/4 circa, a una distanza di 9500 m. si ricevettero alcuni brevi telegrammi. Alle 10 3/4, alla distanza di 13 Km., o poco più, le segnalazioni, fino allora distinte, si diradarono e poi scomparvero. Venne allora compito un giro completo per la destra, e si arrestò poi la macchina, lasciando che la nave procedesse per inerzia. Alle 11 la nave voltò a sinistra e prese a

dirigersi verso nord. Allora le segnalazioni apparvero decisamente alquanto irregolari ed interrotte. Il coherer venne ricambiato, e dopo qualche tempo le segnalazioni migliorarono; la nave giunse verso le 11 ½ a poco più di 9 Km. da S. Bartolomeo e si diresse poi verso Maralunga con velocità molto ridotta Alle 12 ¾

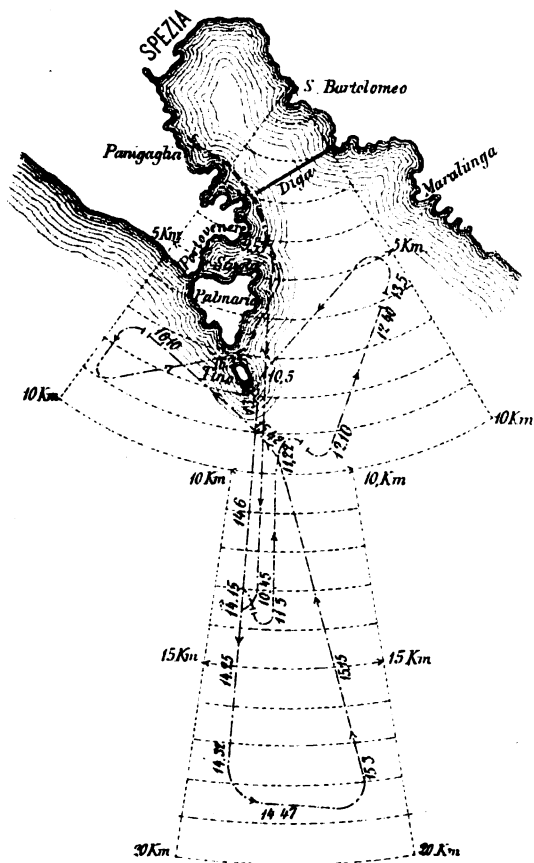



Fig. 5 - Rotta della R. Nave S. Martino

circa, ad una distanza di 6 Km. dalla stazione mittente, le prove vennero sospese per dar tempo alla refezione.

Poco dopo le 13 la macchina fu rimessa in moto e la nave, girato a sinistra, si diresse al Tinetto. Nelle vicinanze del Tino, a 7000 m. circa da S. Bartolomeo, si ricevevano distintamente varie parole; oltre il Tinetto, a 8000 m. circa, se ne ricevevano ancora benissimo altri gruppi. A questo punto la nave prese a far rotta verso sud, come durante la mattinata. Si provò a portare l'apparecchio di ricevimento sotto al ponte, in ambienti corazzati, e le segnalazioni si videro registrate ancora dalla macchina senza veruna incertezza. Alle 14 e 10 minuti circa, a 12 000 m. dalla stazione mittente, si ricevettero distintamente molteplici segnalazioni. In seguito esse apparvero meno chiare; si raccolsero ancora poche parole disunite: invece le lettere *v* trasmesse negli intervalli fra i telegrammi, di 5

in 5 minuti, seguitarono a essere regolarmente registrate; talvolta però alcuna di esse mancò intieramente nel momento in cui si aspettava che impressionasse l'apparecchio ricevente. Allora il Marconi provò di nuovo a cambiare varie volte il tubetto sensibile, cercando di adoperare quei coherer che aveva ragione di ritenere come più sensibili; mentre eseguiva le occorrenti operazioni, molte segnalazioni andarono perdute che forse si sarebbero potute raccogliere. Dopo le 14 $^1/_2$ a 17 Km. circa da S. Bartolomeo, si ricevettero alcune coppie assai chiare di *v*, usando il coherer che aveva servito durante le esperienze inglesi tra Penarth e Brean Down. Col medesimo coherer si raccolsero segnalazioni un po' disordinate fino a 18 000 m. e poco oltre, mentre la nave presentava il fianco sinistro alla stazione mittente. In seguito non si ricevette più niente. Oltrepassato di tanto il 18.° Km. da esser certi che la corrispondenza dovesse intendersi cessata addirittura e non sospesa, si abbandonò la direzione verso est, presa per allontanarsi più lentamente da S. Bartolomeo, e si mise la prora sulla Palmaria, che appariva di poco sulla sinistra della stazione mittente.

(Si noti ora una circostanza importante: la macchina Morse che fa parte dell'apparecchio ricevitore, operando con una *pila locale* sopra un circuito che viene chiuso oppure no dal soccorritore, non può dare cenno di un indebolimento delle perturbazioni elettromagnetiche nello spazio ove si trova. Lo stesso soccorritore non ha neppure questa facoltà: anch'esso è attivato da una *pila locale* sopra un circuito di maggiore o minore resistenza ohmica a seconda dello stato della polvere metallica nel tubetto sensibile; ma questa resistenza del coherer del Marconi non sembra variare per gradi o con lenta continuità: essa passa da varie migliaia di ohm, nello stato ordinario, a poche centinaia, di ohm sotto l'influenza di perturbazioni elettromagnetiche, e non pare diminuire oltre, per quanto queste vengano rese più energiche; quindi si può quasi dire che la corrente debolissima, che fa agire il soccorritore, passa o non passa anch'essa, come quella che mette in moto la macchina. Pertanto l'intero apparecchio o riproduce i segnali trasmessi, o tace affatto; può, al caso, mancare un certo numero di segni, ma quelli che sono registrati dànno sempre luogo a movimenti apparenti delle ancore del soccorritore e della macchina che presentano la stessa decisione).

Ripreso strada verso nord, si ripetè il solito importante fenomeno: si raggiunse la distanza a cui precedentemente la corrispondenza si manteneva ancora, si passò perfino a distanze minori dalla stazione mittente, e non si poterono egualmente ricevere impressioni.

Mentre la nave si allontanava da S. Bartolomeo, volgendo la poppa a tale località, il conduttore aereo di recezione si trovava fra la stazione mittente e gli alberi militari e camini della nave, i quali forse riflettevano intorno qualche piccola parte dell'energia elettromagnetica che si propagava per l'aria, ma non le impedivano certo di giungere al risuonatore.

Mentre invece la nave ritornava verso la Spezia, gli alberi militari, metallici, ed i fumaiuoli, pure metallici, si interponevano fra la stazione mittente e il conduttore aereo di recezione; e poichè si deve ritenere che le masse metalliche sieno sempre un parziale schermo alle radiazioni elettromagnetiche, di qualunque lunghezza d'onda esse sieno, convien ritenere che gli alberi militari ed i camini, assorbissero parte dell'energia elettromagnetica, che altrimenti sarebbe stata accolta dal circuito risuonatore.

Non è tuttavia da rigettare un'altra probabile causa: i relais o soccorritori presentano quasi sempre questo inconveniente: sollecitati a piccoli intervalli di tempo

si mantengono sensibili a seconda del grado di accuratezza con cui furono costrutti; ma lasciati inattivi per qualche tempo acquistano una certa inerzia, per cui ad un primo appello non risentono immediatamente le azioni della solita intensità, ma richiede una eccitazione maggiore per incominciare ad agire.

Il Marconi era tanto consapevole di questo fatto, che non mancava, nel corso delle esperienze, di *svegliare* il suo sensibilissimo relais agendo sul coherer mediante alcune perturbazioni elettromagnetiche locali, che promuoveva facendo operare l'elettromagnete da ordinaria suoneria di cui si serviva per *regolare* lo strumento al principio delle esperienze. Ora potrebbe ben darsi che, oltrepassata la distanza massima di trasmissione, e sospesa per alquanto tempo l'azione del risuonatore, al principio del riavvicinamento della nave alla stazione mittente, il soccorritore si trovasse in un periodo di quella speciale inerzia, e che ciò contribuisse ad aumentare il danno recato alla corrispondenza dàlla intromissione di tante parti metalliche della nave fra oscillatore e risuonatore.

Che il fatto di tale intromissione debba riguardarsi però come la causa più efficiente, si potrebbe dedurre da ciò che in questa esperienza, più che nelle precedenti fatte col rimorchiatore (assai più povero di masse metalliche) il fenomeno che si considera apparve accentuato; tanto che si dovette giungere a soltanto 12 Km. circa dalla stazione mittente per riprendere, al ritorno, la corrispondenza cessata al 18' Km. durante l'allontanamento! Non è tuttavia da escludersi che altre ragioni, oltre le tre indicate, possano aver ancora qualche influenza.

Giunta al 10' Km. da S. Bartolomeo, alle ore 15 $^{3}/_{4}$, la nave prese a dirigersi verso l'esterno del golfo all'intento di riscontrare se, e fino a qual punto, l'interposizione di alture di terreno, fra il conduttore di emissione o dell'oscillatore e il conduttore di recezione o del risuonatore fosse di ostacolo alla trasmissione elettromagnetica delle segnalazioni.

Sta il fatto che appena la nave perse di vista S. Bartolomeo, passando ad ovest del Tino, a 8 Km. dalla stazione mittente, la corrispondenza si interruppe. Mentre la nave proseguiva verso nord-ovest, pochi rari segni si raccolsero ancora in quei punti ove, forse, dalla sommità del conduttore di recezione si sarebbe vista la sommità del conduttore di emissione, traguardando prima fra il Tino e la Palmaria, poi fra la Palmaria e il Muzzerone.

A 2 Km. circa dal canale di Portovenere, la nave girò a sinistra per allontanarsi dalle alture, e verificare se, per la diffrazione delle radiazioni che giungevano a lambirle, si fosse potuto ancora raccogliere qualche segnale; ma il tentativo riuscì vano, e raggiunta la distanza di 9 Km. dalla stazione mittente, ossia di 4 Km. dal profilo che intercettava le comunicazioni, si abbandonò l'impresa volgendo la prora ad est, fra la Palmaria e il Tino.

Poco dopo le 16 $^{1}/_{2}$ passato lo stretto, la nave si diresse al suo ancoraggio. Durante tutti gli altri 6 Km. di cammino la corrispondenza fu ristabilita in ottime condizioni.

In conclusione, le esperienze della giornata non dimostrarono che la trasmissione possa effettuarsi attraverso ad ostacoli naturali formati da alture, almeno nelle condizioni realizzate allora, ovvero con un'altura di forse più di 100 m. a metà circa della distanza di 9 Km. interposta fra la stazione mittente e la ricevente.

Si sarà notato che la massima portata della trasmissione era stata la mattina di 14 Km. circa, mentre la sera si estese a 18 Km. Ciò deve attribuirsi: in parte alla maggiore sensibilità dei coherer impiegati dopo le 14 $^{1}/_{2}$; in parte forse ad una migliore regolazione del relais; in parte, forse anche, a qualche utile prov-

vedimento preso alla stazione mittente per aumentare la corrente di alimentazione o la regolarità di azione dell'interruttore automatico, che mi sia rimasto ignoto.

In definitiva però non deve ritenersi che, cogli apparecchi esperimentati, la distanza di una *utile* trasmissione superasse i 15 Km.; risultato che se non è portentoso, non manca di essere lusinghiero pel Marconi, e promettente per gli usi della guerra.

Conclusioni pratiche. — Alla Spezia le trasmissioni furono sempre unilaterali, sempre la stazione fissa trasmetteva soltanto e la mobile non faceva che ricevere. L'impianto di una stazione trasmettitrice e ricevitrice è tutt'altro che facile se si pensa alla grande sensibilità del relais del ricevitore ed alla grande potenza del rocchetto d'induzione del trasmettitore che crea intorno a sè un campo perturbatore. Occorrerebbe tener i due apparecchi lontani mentre occorre che una sola persona possa trasmettere e ricevere i dispacci. Forse si potrà rimediare a questo rinchiudendo il ricevitore tranne il risonatore e l'apparato scrivente in una cassa di ferro dolce.

Alla Spezia si trasmise sempre coi conduttori aerei e mai si pensò di usare i riflettori perchè il Marconi asserì che con essi non si possono raggiungere delle distanze grandi, però il Dott. Angelo Della-Riccia tenente del Genio, autore della memoria della *Rivista d'Artiglieria e Genio* alla quale noi attingiamo ritiene che disponendo le quattro sfere dell'oscillatore verticalmente, coi riflettori si otterrebbero risultati migliori di quelli avuti dal Marconi in Inghilterra.

Il timore che qualche male intenzionato sorprenda i telegrammi affidati all'aria non è infondato, tanto più che non è necessario un accordo tra risuonatore e oscillatore, questa condizione dà la maggiore sensibilità ma è provato che il risonatore risponde anche avendo un ampio disaccordo. Si potrebbe rimediare a questo usando come si fa nei semafori un linguaggio secreto, ma resta pur sempre l'inconveniente che uno stesso oscillatore impressiona tutti i risonatori che sono in un certo raggio ciò che porterebbe un po' di confusione. Gli sforzi dei perfezionatori devono dunque essere diretti a limitare e dirigere le radiazioni elettromagnetiche.

È inutile qui mostrare tutte le applicazioni che può ricevere la scoperta del Marconi. Ognuno può immaginarsele.

Riduzione dei gradi Farenheit in gradi centigradi. — Il signor Hellmann indica nel fascicolo di ottobre del 1897 della rivista intitolata *Meteorologische Zeitscrift* il seguente metodo semplice ed ingegnoso per eseguire, anche mentalmente, la detta riduzione.

Si sa che per passare dalla scala termometrica inglese a quella di Celsio bisogna sottrarre 32 dal numero di gradi Farenheit e prendere $^5/_9$ del resto. Ora il signor Hellmann fa notare che

$$\frac{5}{9} = 0,555\ldots\ldots = \frac{1,111\ldots}{2} = \frac{1}{2} + \frac{0,1}{2} + \frac{0,01}{2} + \ldots\ldots$$

Per cui se 88 fosse per es. il numero dei gradi Farenheit, la riduzione si farebbe sottraendo prima 32 da 88 e dividendo il resto ottenuto (cioè 56) per 2, ciò che dà 28.

L'addizione seguente

$$28 + 2,8 + 0,28 = 31,08$$

darebbe poi il numero 31°,1 cercato, coll'approssimazione di $^1/_{10}$ di grado.

BIBLIOGRAFIA

Julius Kohte. — *Die Kirche San Lorenzo in Mailand.* — gr. in foglio con 7 tavole in rame e 24 incisioni. — Berlino 1890. — Wilhelm Ernst e Sohn.

L'opera che annunciamo è uno studio fatto sopra luogo per incarico esplicito del Consiglio Superiore della Università di Berlino, allo scopo di stabilire in base a formali e completi rilievi, colla scorta di ricerche dirette, l'origine, la natura e il carattere della Chiesa di San Lorenzo in Milano.

È meraviglioso come questa Chiesa sia stata oggetto di tanti studii per parte di artisti forestieri, mentre da noi, dopo quanto ne scrisse l'architetto Luigi Cagnola, e fino a questi ultimi tempi, nessuno si era accinto a uno studio completo della medesima. All'estero invece, si erano fatte su di essa ricerche importanti, Carlo Federico von Wiebeking, Ferdinando von Quast, Francesco Mertens, Enrico Hübsch, Francesco Kugler, Giacobbe Burckhardt, James Fergusson, F. de Dartein, Dehio, von Bezold, Oscar Mothes e A. von Essenwein, l'avevano studiata più o meno a fondo, alcuni anche rilevata ed emesso in proposito le idee più disparate. Nel 1854 e 1855 diede financo origine ad una polemica lunga ed assai vivace fra Kugler e Hübsch, dalla quale prevalsero le opinioni del primo, che vennero accettate nella storia dell'arte, ma che in seguito furono riconosciute erronee. Ciò è stato possibile, poichè da tanti studi ne erano venute le idee più diverse; ciascuno secondo il suo punto di vista, emetteva un giudizio proprio. Questo c' insegna, quanto sia facile e pericoloso il lasciarsi guidare da preconcetti, i quali acciecano nelle ricerche e possono condurre a risultati i più contrari alla verità. In tali studii è necessario fare astrazione completa di idee preesistenti, e ricavare le conclusioni dalle indagini, quali esse le forniscono, senza sforzarsi di adattarle al nostro modo speciale di vedere, ed alle nostre opinioni.

La credenza più estesa e accetta faceva la Chiesa di S. Lorenzo di origine romana, in ciò confortata dalla tradizione popolare.

Il primo da noi ad impugnarla, fu il Prof. Celeste Clericetti in un dotto articolo pubblicato nel *Politecnico* di Milano (1) e dietro studi originali propri. Però a torto cercò (2) di rivendicare la priorità di tale idea, poichè molto tempo prima di lui Wiebeking (1821) e in appresso (1842) von Quast avevano espresso in modo decisivo e senza restrizione l'opinione che la Chiesa di San Lorenzo era una delle più antiche, costruite in tempi cristiani, ed anche che la cupola del 12 secolo era già stata rinnovata, senza però alterare le disposizioni generali della Chiesa.

Questi studii passarono inosservati e così ne derivò la confusione più sopra accennata. A rischiarare un tale caos viene ora l'opera dell'Architetto Giulio Kohte, sulla quale richiamiamo tutta l'attenzione degli studiosi italiani.

Kohte comincia dal fare la storia della nostra Chiesa, documentandola con una ricchezza di dati storici, che rivela nell'A. una dottrina non comune. Distrugge la

(1) *Ricerche sull'architettura religiosa in Lombardia dal secolo V all'XI.* — Vol. XIV, 1862, pag. 148 e seguenti.

(2) *Milano tecnica dal 1859 al 1884.* — U. Hoepli, Milano 1885, pag. 50.

leggenda dell'origine romana della Chiesa, formatasi da un epigramma del poeta Ausonius; dimostra insussistenti le ipotesi di Mothes, de Dartein, Ripamontius e di Hübsch; accentua invece la probabilità di quella di Oltrocchi e sulla base non solo di notizie storiche, ma più ancora di ragioni tecniche, stabilisce che la costruzione della Chiesa dovette eseguirsi negli anni 552 a 569, per opera di un architetto bizantino o di Ravenna, ma che doveva conoscere *de visu* la cattedrale di Santa Sofia in Costantinopoli.

Per circa mezzo secolo San Lorenzo conservò la forma originaria, finchè nel 1071 fu incendiata, e nel 1103 rovinò. Fu subito ricostruita e pare rimanesse intatta anche nella strage e demolizione di Milano, avvenuta nel marzo 1162 per opera di Federico Barbarossa. Da quell'epoca fino al 5 giugno 1573 non si hanno più notizie; in quest'anno crollò la cupola un'altra volta; e San Carlo Borromeo ne ordinò l'immediata ricostruzione. Fu incominciata il 20 aprile 1574 sotto la direzione dell'architetto Giovanni Cucco, cui però venne subito sostituito Martino Bassi, che si acquistò una meritata celebrità di valente architetto. Nei primordi la costruzione procedeva alacremente, ma presto si presentarono intoppi, cosicchè nel 1590 troviamo ancora il Bassi alle prese colle Autorità che cercavano in ogni modo di contrariare i suoi progetti. In una relazione del 5 giugno dello stesso anno il Bassi medesimo ci ha lasciato una preziosa descrizione dell'edificio crollato, nella quale indica la causa della rovina della cupola e cioè « ......
» perchè le vòlte dei semicircoli furono fabbricate unitamente, e conteste assieme
» con i quattro arconi, al sostentamento delle quali vi erano le colonnette delle
» logge superiori; ed avendo il tempo corroso e consumato i capitelli delle co-
» lonnette della loggia sopra la porta, i quali per non esservisi provveduto, come
» fu avvertito, finalmente cadendo tirarono appresso e la vòlta, e l'arcone come
» cose unite, e la cupola, che vi appoggiava sopra ...... ».

Il Bassi fece diversi progetti di ricostruzione mantenendosi all'antico e trovò sempre grande contrarietà, sebbene una Commissione di periti a maggioranza li approvasse e lodasse. Finalmente furono approvati in modo definitivo il 5 marzo 1591 non senza introdurvi delle varianti, contrariamente al parere della maggioranza dei periti. Bassi però moriva verso il settembre 1591 e così non riuscì a vedere ultimata la ricostruzione, che fu condotta molto lentamente e completata solo nel 1626.

Stabilita così la storia della Chiesa, l'A. passa a descriverla in tutte le sue parti, come si trova presentemente; e dal carattere delle membrature, dalla disposizione delle varie parti, e dalla decorazione tutta, ne deduce per ciascuna di esse l'epoca della sua origine, l'influenza architettonica sotto la quale è nata e lo stile che vi predomina. Passa così in rivista la pianta, poi le nicchie che offrono una quantità di particolari di grandissimo interesse, i pilastri che limitano le nicchie, l'interno e poi l'esterno che più ancora ci apprende sulle innovazioni verificatesi, le finestre, le quattro torri che contengono elementi di vari periodi del Medio Evo, la facciata, il vestibolo e da ultimo la cupola.

Ma non si limitano a queste le ricerche di Kohte; egli sottopone la natura dei materiali impiegati ad un rigoroso esame comparativo con quelli adoperati in altri monumenti: la torre di Ansperto dietro S. Maurizio e la torre in Carrobbio scoperta solo nel 1882; visitò le fondamenta dal lato della nicchia orientale e quelle di una delle torri, e potè stabilire che non diversificavano dalla muratura in elevazione; cosicchè ne deriva giustamente la conclusione, che l'ipotesi di una origine romana della Chiesa è assolutamente inammissibile, come già è stato detto nell' esposizione storica.

Questo risultato però non esclude l'altro che la Chiesa sia sorta appunto nella località, dove nell'epoca romana elevavasi un grandioso monumento; ed infatti è fuori di dubbio che ciò sia veramente il caso; anzi i capitelli d'ordine corintio e composito che si trovano in San Lorenzo e in Sant' Ippolito ne sono la prova, poichè essi appartengono tutti allo stesso edificio, e sono di una lavorazione troppo bene eseguita, quale non poteva aspettarsi dall' epoca cristiana successiva, e le loro forme corrispondono esattamente con quelli del colonnato esistente sul corso di Porta Ticinese, davanti la Chiesa. Molte altre circostanze cita il nostro A.; ma quelle che meritano maggiore considerazione sono: le numerose iscrizioni, o frammenti di iscrizioni dell' epoca imperiale romana, che si trovarono nella Chiesa e sue adiacenze, e la corrispondenza esatta degli assi di S. Lorenzo con quelli delle vecchie cappelle e del colonnato sul corso.

Ad onta di ciò però l'attuale Chiesa non ha rapporto alcuno col monumento romano, per quanto grandioso questo abbia potuto essere; e solo è maraviglioso che una chiesa sia stata innalzata sopra la pianta di un edificio pagano, il quale dovette senza dubbio avere la forma centrale, se rotonda o poligonale, riesce impossibile determinarsi. L'A. prosegue nel rilevare le varie forme che la Chiesa deve avere avuto nelle diverse epoche, bizantina e posteriore; dimostra che le successive ricostruzioni non hanno mai variato la pianta primitiva; e dalle descrizioni e disegni conservati relativi allo stato della Chiesa prima del 1573, ristabilisce le particolarità della Chiesa stessa con molta approssimazione, e da esse ne deduce la primitiva forma e l' epoca della sua costruzione, confermando quanto già si è detto precedentemente.

Di grandissimo interesse in queste ricerche, che la ristrettezza dello spazio non ci permette di seguire, è la storia della cupola, svolta con molta erudizione artistica, e con numerosi confronti con le altre cupole anteriori, contemporanee e posteriori; da essa deduce la conferma del già esposto, che cioè l' architetto dovette essere forastiero e appartenente alla scuola bizantina, contrariamente all'asserzione di Hübsch che ascrive ad una scuola locale la costruzione della Chiesa, opinione che de Dartein aveva pure già combattuto vittoriosamente. La cupola di S. Lorenzo rivaleggia in certo qual modo con le cupole di S. Vitale in Ravenna e di Santa Sofia in Costantinopoli.

Continua l'A. nel suo studio descrivendo l'interno della Chiesa e la meravigliosa armonia risultante dalla giusta distribuzione delle parti; rileva poi la stabilità assoluta con cui è impiantata la cupola, e fa risaltare tutto ciò che contribuisce ad impartire alla nostra Chiesa quel valore al quale giustamente ha diritto. Passa poi a rilevare l'influenza che la medesima ha esercitato sull' architettura, e non solo sugli studii di Antonio de Vincenti, Giuliano da San Gallo, Vasari il giovane, e specialmente di Leonardo da Vinci, ma ancora sulle costruzioni effettivamente eseguite di Brunellesco, Alberti, Bramante, Vincenzo Seregno ed altri. L'influenza che ebbe la cupola di S. Lorenzo sul progetto di Bramante per la Chiesa di S. Pietro in Roma, venne già diffusamente dimostrata da H. von Geymüller anche prima del nostro Autore.

Ultimata la descrizione della Chiesa propriamente detta, l'A. intraprende lo studio delle singole cappelle che le fanno corona, e con la stessa accuratezza e la profonda erudizione artistica e storica che gli abbiamo riconosciuto, passa in rivista le singole parti delle medesime e ne stabilisce per ciascuna di esse l'origine. La più antica è la cappella di Sant'Ippolito fondata dal vescovo Teodoro I. (480-490); poi quella di S. Sisto sorta per opera del vescovo Lorenzo I. (490-512) e finalmente Sant'Aquilino, dedicata prima a S. Genesio, e che solo nel dodicesimo secolo, quando vi fu seppellito Sant'Aquilino, mutò il suo nome.

L'entrata di questa cappella è formata da un brachettone di marmo che fu eseguito alla fine del II secolo o al principio del III secolo, e che dovette appartenere ad un edificio più antico dal quale fu tolto e qui trasportato. L'A. descrive la cappella nel suo stato attuale, indaga tutte le particolarità che gli permettono di darci la descrizione nel suo stato primitivo, e ne conchiude che sebbene la pianta si riferisca ad un modello di costruzione romana, e numerosi resti di materiali adoperati nuovamente abbiano appartenuto ad un edificio pagano, tuttavia tra questi e la cappella non vi è relazione alcuna, come non ne esiste fra la chiesa e l'edificio romano che dovette occupare lo stesso spazio. L'architettura della cappella, le forme conservate e i mosaici che la decorano, permettono di fissare la sua origine al V secolo, una creazione tutta cristiana.

Delle altre cappelle minori quella sola di Santa Elisabetta offre un certo interesse artistico.

Finalmente l'A. dedica un ultimo capitolo alla colonnata che trovasi sul Corso di Porta Ticinese e che è forse l'unico monumento in Milano dell'epoca romana imperiale. Certamente la Chiesa e la colonnata avevano un rapporto reciproco, ad onta che distino fra loro di 54 metri; ma la fronte della Chiesa è parallela al rettifilo delle colonne, il suo asse principale perpendicolare al medesimo, non solo, ma costituisce la mediana dell'intercolonnio centrale. Gli altri intercolonnii variano nelle loro distanze, e sebbene tutto abbia appartenuto al grande edificio romano che sorgeva in quella località (il muro di zoccolo che corre fra le colonne deve essere posteriore, già Amati aveva manifestato dei dubbi in proposito) è difficile, senza ulteriori scavi, lo stabilire in che modo e quali costruzioni dovevano trovarsi tra il colonnato e la Chiesa; la presenza e più ancora la dispozizione delle colonne, invece di contribuire a trovare il bandolo per scoprire la natura e il carattere del monumento romano, non fanno che arruffare la matassa ed accrescere gli enigma.

Con ciò l'architetto Kohte termina il suo lavoro, ricordando e ringraziando il Prof. Gentile Pagani e l'Arch. Cav. G. B. Torretta che gli furono larghi di notizie e di aiuto nelle sue ricerche.

L'opera del Kohte è accompagnata da 7 grandi tavole incise in rame nelle quali sono rappresentate con rara finezza di esecuzione la pianta al piano terreno della chiesa e delle cappelle adiacenti, e ad altri quattro diversi piani, con la distinzione delle murature a seconda delle varie epoche in cui furono eseguite; poi la fronte meridionale, una sezione longitudinale ed una diagonale; e quattro altre sezioni colla struttura bizantina e romanesca, e finalmente due tavole con numerosi particolari. Nel testo poi sono altre 24 incisioni.

Da questa semplice enumerazione e da quanto abbiamo detto i lettori potranno farsi un'idea dell'importanza grandissima che ha il libro del Kohte per lo studio dell'Architettura cristiana, ma specialmente per noi milanesi, che possediamo questo gioiello, cui è consacrata la splendida monografia: noi che l'abbiamo studiata con amore, non possiamo che altamente encomiare l'Autore per l'accuratezza con cui ha rilevato questo monumento, per la coscienziosa dottrina nelle sue ricerche storiche, ma sopratutto per la giudiziosa critica, che rivelano nell'A. cognizioni vastissime nel campo dell'Architettura cristiana e rendono la sua monografia prezioso documento, che noi raccomandiamo non solo agli architetti, ed ai cultori dell'Arte, ma a tutti coloro che sono amanti di memorie patrie.

Teramo, marzo 1898. GAETANO CRUGNOL .

Tipografia e Litografia degli Ingegneri. Ing. C. SALDINI, Gerente.

Redazione ed Amministrazione, Via Unione, 9 — **MILANO.**

ANNO XLVI

IL POLITECNICO

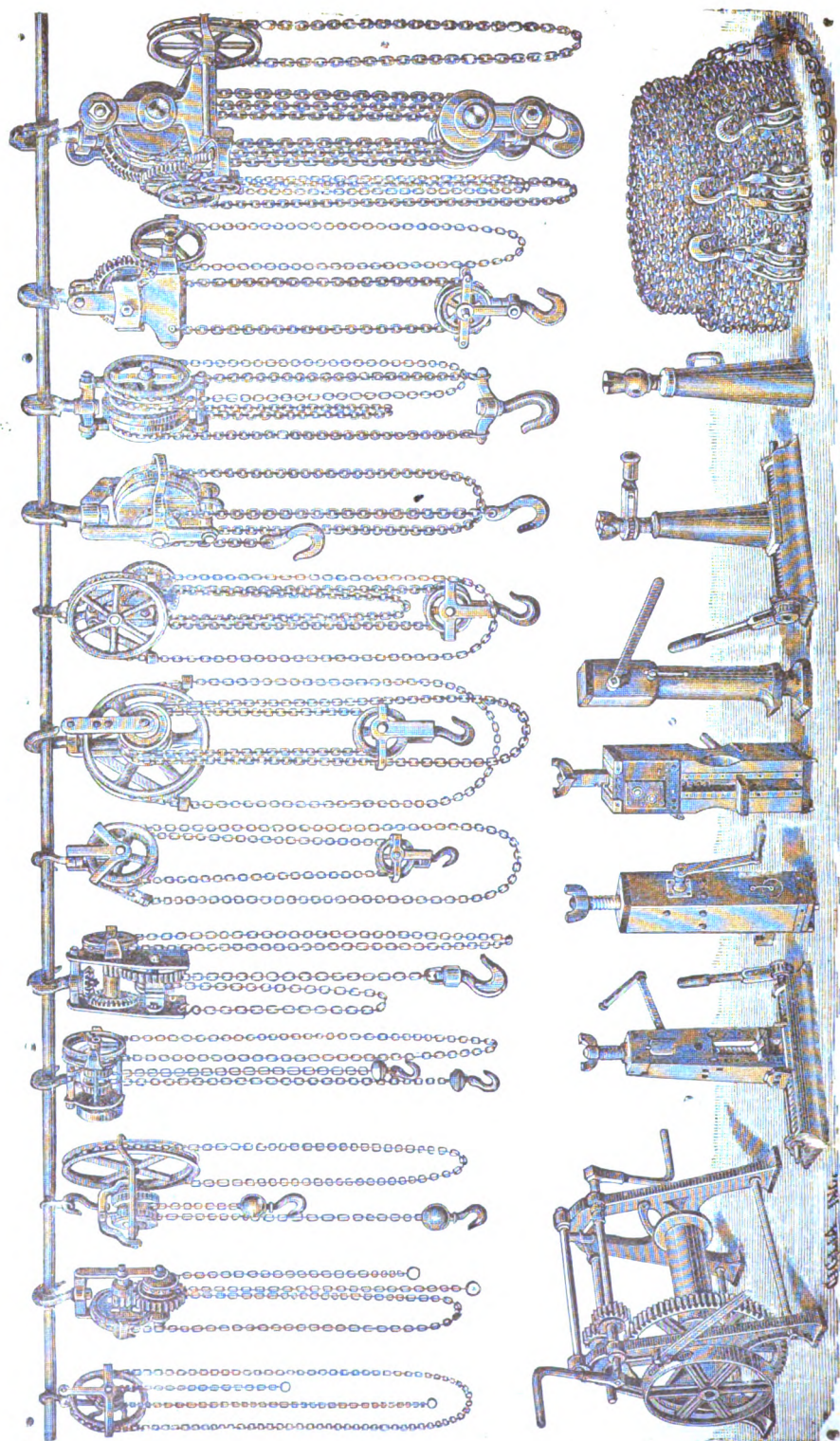
GIORNALE

DELL' INGEGNERE ARCHITETTO CIVILE ED INDUSTRIALE

Marzo 1898

SOMMARIO.

Con 3 Tavole, e 6 figure intercalate nel testo.
(La tav. 16 si darà nel prossimo numero).

MILANO
Tipografia e Litografia degli Ingegneri
9 — Via Unione — 9
1898

NOTA

SULL' IMPIEGO DEI VAPORI D'ACQUA

SURRISCALDATI NELLE MOTRICI.

L' impiego dei vapori d'acqua surriscaldati in luogo dei saturi nelle motrici, va sempre più accentuandosi, ed è fenomeno logico nell' applicazione dei dettami della termodinamica tecnica. Era esso da prevedersi fin dal suo inizio, anche indipendentemente dall' applicazione di questi vapori tentata, come noto, alla metà del secolo. La quale fu di brevissima durata non perchè se ne sconoscessero i vantaggi, ma bensì perchè mancavano i mezzi onde generarli ed usarli alle loro elevate temperature.

Ora quando un vantaggio teorico è abbandonato per insufficienza di mezzi, è logico sperare che il rapido perfezionamento della tecnica, permetta in un periodo più o meno breve di applicarlo nuovamente.

Nel nostro caso speciale poi, giova notare, che all'epoca dell' abbandono, la motrice a vapore aveva ancora innanzi a sè un largo margine di perfezionamento anche coi vapori saturi. Vennero infatti Corliss, Brown, Sulzer, ed altri genialissimi, ad utilizzare completamente quel margine, come ognuno sa, onde la motrice a vapore saturo raggiungeva quel grado di perfezione che si cominciava a ritenere insuperabile.

Mentre ciò succedeva (dal 1860 al 90) si imparava a costruire inviluppi resistenti ad alte temperature, ad alte pressioni, e si adottavano olii minerali con temperature d' ebollizione molto superiori a quelle degli olii vegetali. Preparando così le condizioni necessarie affinchè la motrice a vapore saturo, giunta al limite di perfezionamento indicato, si trasformasse in motrice a vapore surriscaldato.

E così fu. Da pochi anni questi vapori con indirizzo giustissimo sono sempre più applicati, ed il loro campo d' azione andrà certamente allargandosi.

Scopo di questa breve nota, è lo spiegarne i vantaggi teorici, e l'accennare al motore del Sig. Schmidt, il primo che si è spinto arditamente nell' impiego dei vapori surriscaldati ed ha costruito i suoi apparecchi col concetto direttivo d'usare forti surriscaldamenti.

Farò uso del diagramma entropico supponendo a conoscenza del lettore le mie precedenti note:

Sui principi fondamentali di Termodinamica tecnica. — *L'Ingegneria Civile* — Torino 1896.

Das Wärmediagramm der gesättigten Dämpfe u. seine Anwendung auf Dampfmaschinen — *Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure.* — Aprile 1897.

Sui cicli teorici delle motrici termiche in generale e sul ciclo Diesel in particolare. — *Il Politecnico* — 1897.

§ 1.

I vantaggi caratteristici dei vapori surriscaldati rispetto ai saturi sono due. Consiste il primo nel permettere nel ciclo temperature massime elevate senza le pressioni esorbitanti che ad esse corrisponderebbero coi vapori saturi, ossia un salto termico maggiore del salto relativo a questi. L'altro, il principale, nel diminuire molto sensibilmente gli scambi di calore tra vapore e cilindro, diminuendo così le dannosissime condensazioni iniziali; ciò perchè i vapori surriscaldati sono meno buoni conduttori del calore dei saturi, e non si condensano in parte come questi in seguito a qualsiasi sottrazione di calore.

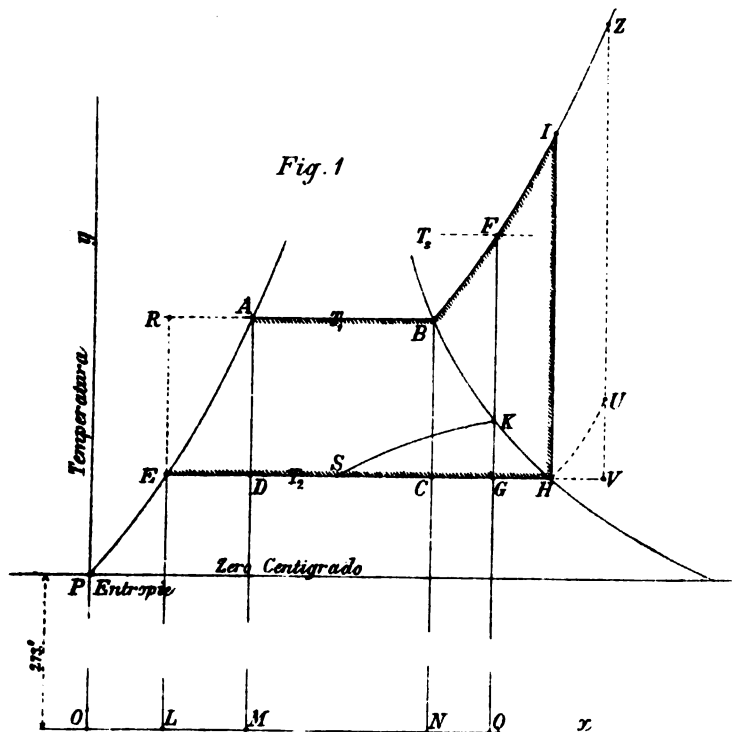
Il primo vantaggio è teorico e risulta dai diagrammi come mostreremo. L'altro è vantaggio pratico perchè inerente alle sostanze colle quali dobbiamo costituire gli inviluppi. Esso risulta sperimentalmente, e fu posto in viva luce anzitutto da Hirn nelle sue classiche esperienze fino dal 1874; ma per ora almeno non sappiamo studiarlo teoricamente.

Ciò premesso ricordo che nella nota « *Sui cicli teorici delle motrici termiche ecc.* » ho dimostrato che il diagramma teorico della motrice a vapore surriscaldato deve essere E A B F G (Vedi Fig. 1.ª), dove B F è un segmento di curva entropica a pressione costante, appunto perchè il surriscaldamento non può avvenire che a pressione costante.

E A e B H sono come di consueto le due curve limiti. Notiamo che la B I si costruisce facilmente per punti poichè le sue ascisse sono quelle della curva logaritmica $y = \text{logn}\, x$ moltiplicate per c_p.

Le temperature T_1 e T_2 dobbiamo ritenerle costanti, non tanto perchè possono variare poco essendo l'una determinata dalla pressione normale in caldaia, e l'altra dalla temperatura del refrigerante, quanto perchè il nostro scopo è di studiare l'influenza del surriscaldamento a temperatura variabile T_s.

La prima questione da risolvere è quella di scegliere la temperatura T_s del surriscaldamento ossia il punto F che determina a sua volta il diagramma. Per lo chè bisogna scegliere quale debba essere lo stato teorico del vapore alla fine d'espansione, e noi supporremo anzitutto che sia stato di vapore saturo asciutto. In altri termini determineremo il ciclo conducendo per H

incontro di E C colla curva limite superiore, l'ordinata H I a tagliare in I la curva B F. La temperatura di I è quella del surriscaldamento, e l'espansione è tutta di vapore surriscaldato. Se la temperatura di I fosse troppo elevata bisognerebbe invece scegliere su B I un punto qualsiasi F cui corrisponda una temperatura minore ed allora l'espansione adiabata sarebbe divisa in due parti; la prima F K di vapore surriscaldato, l'altra K G di vapore saturo. Si potrebbe anche pensare, qualora fosse ammissibile una

temperatura di surriscaldamento superiore a quella di I, di spingere il surriscaldamento sino a Z cominciando la sottrazione di calore nel campo dei vapori surriscaldati in U od in V, e completando il ciclo colla trasformazione H U a pressione costante, o colla H V a temperatura costante. Ma sono queste entrambe irrealizzabili nel cilindro, e la prima è irrazionale teoricamente perchè determina una sottrazione di calore a temperature decrescenti.

Il ciclo più razionale a vapore surriscaldato è quindi il primo E A B I H; gli altri cicli possibili sono tutti quelli ottenuti spostando F su B I e corrispondentemente G su C H. Essi costituiscono una serie di cicli ai cui estremi stanno da una parte il ciclo E A B I H con espansione completamente surriscaldata, dall'altra il ciclo E A B C con espansione completamente satura; tra essi tutti i cicli come E A B F G ad espansione prima surriscaldata e poi satura.

Se la temperatura T_s del surriscaldamento aumenta, il rendimento termico del ciclo aumenta. Ciò è prevedibile imperocchè gli elementi di calore sono ceduti durante il surriscaldamento a temperature maggiori che durante la evaporazione, e precisamente tanto maggiori quanto più è spinto il surriscaldamento stesso.

Per dimostrarlo osserviamo che il lavoro ottenuto per ogni chilog. di vapore mediante un ciclo qualsiasi E A B F G della serie accennata, per essere:

$$C\,G = c_p \log \frac{T_s}{T_1}$$

e:

$$N\,B\,F\,Q = c_p\,(T_s - T_1)$$

è dato (in unità di calore) da:

$$E\,A\,B\,F\,G = A\,L_i = \frac{r_1}{T_1}\,(T_1 - T_2) + q_1 - q_2 - T_2\,(\tau_1 - \tau_2) +$$

$$+ c_p\,(T_s - T_1) - c_p\,T_2 \log \frac{T_s}{T_1}\,.$$

Il calore totale tolto alla sorgente calda è:

$$L\,E\,A\,B\,F\,Q = r_1 + q_1 - q_2 + c_p\,(T_s - T_1)$$

quindi il rendimento termico si scrive:

$$\eta = \frac{\alpha + c_p\,(T_s - T_1) - c_p\,T_2 \log \dfrac{T_s}{T_1}}{\beta + c_p\,(T_s - T_1)}$$

dove:

$$\alpha = E\;A\;B\;C\;E = \text{cost.}$$

$$\beta = L\;E\;A\;B\;N = \text{cost.}$$

sono due costanti, perchè T_1 e T_2 debbono come dicemmo considerarsi costanti.

Per dimostrare che η cresce con T_s basta dimostrare che per valori di $T_s > T_1$ la sua derivata $\dfrac{d\eta}{dT_s}$ è positiva. Il numeratore di questa derivata si scrive:

$$c_p \left\{ \beta\,\frac{T_s - T_2}{T_s} - \alpha + c_p\,T_2 \left(\log \frac{T_s}{T_1} - 1 + \frac{T_1}{T_s} \right) \right\}$$

Ora:

$$\frac{\alpha + E\,R\,A}{\beta + E\,R\,A} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

quindi:

$$\frac{\alpha}{\beta} < \frac{T_1 - T_2}{T_1} < \frac{T_s - T_2}{T_1}$$

ossia:

$$\alpha < \beta \frac{T_s - T_2}{T_1}$$

La prima differenza in parentesi è dunque positiva.

Quanto all' ultimo termine della parentesi stessa osservo, che pel valore minimo di T_s ossia per $T_s = T_1$ è zero, mentre la sua derivata rispetto a T_s :

$$\frac{1}{T_s}\left(\frac{T_s - T_1}{T_s}\right)$$

è sempre positiva. Quindi la funzione cresce crescendo T_s.

Resta così dimostrato che $\frac{d\eta}{dT_s}$ è positivo, ossia che il rendimento η cresce colla temperatura T_s del surriscaldamento. L' impiego dei vapori surriscaldati è quindi razionale anche in teoria.

§ 2.

Consideriamo ora (Vedi fig. 2) il diagramma delle pressioni sui volumi per 1 Chg. di vapore, corrispondente al diagramma entropico esaminato nella fig. 1.

In esso le ascisse $A_1 B_1$ e $E_1 C_1$ relative alle pressioni p_1 e p_2 sono a considerarsi fisse come le corrispondenti A B e C E del diagramma entropico.

Inoltre:

$I_1 H_1$	politropa con esponente	$n = 1,333$
$B_1 H_1$	» » »	$n = 1,064$
$B_1 C_1$	» » »	$n = 1,135$

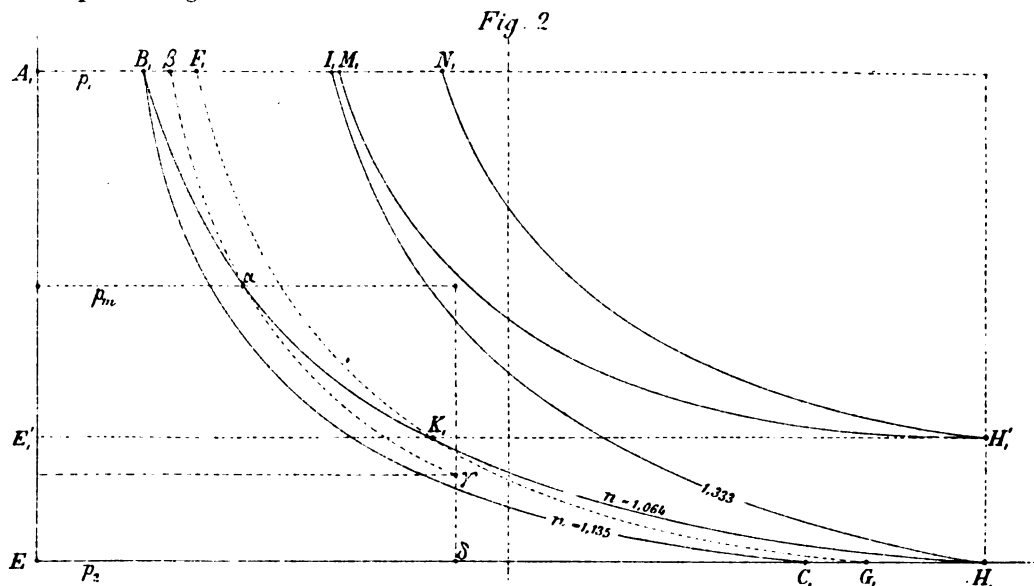
rappresentano rispettivamente:

la prima	l'espansione I H	completamente a	vapore	surriscaldato
» seconda	» B H	»	»	saturo asciutto
» terza	» B C	»	»	saturo

del diagramma entropico.

Tra esse la serie di espansioni come $F_1 K_1 G_1$ composte da $F_1 K_1$ espansione di vapore surriscaldato, e $K_1 G_1$ espansione di vapore saturo, che definiscono tutte cicli ad espansione completa.

Ciò posto, tenendo presente il valore numerico degli esponenti n indicati, al quale è direttamente proporzionale l'inclinazione della curva sull'asse delle ascisse, è facile convincersi che a questa serie di espansioni corrispondono gradi d'ammissione diversi che crescono crescendo il surriscal-

damento, Pel surriscaldamento zero si ha l'espansione $B_1 C_1$ ed il grado d'ammissione minimo:

$$\varepsilon_2 = \frac{A_1 B_1}{E_1 C_1}$$

Pel surriscaldamento massimo si ha l'espansione $I_1 H_1$ ed il grado d'ammissione massimo:

$$\varepsilon_1 = \frac{A_1 I_1}{E_1 H_1}$$

evidentemente maggiore del precedente.

Alle espansioni intermedie come $F_1 K_1 G_1$ corrispondono valori di ε tra ε_1 e ε_2.

Quindi se i diversi cicli che corrispondono ai diversi gradi di ammissione fossero tutti ad espansione completa, il surriscaldamento dovrebbe crescere col grado di ammissione; essere massimo e minimo rispettivamente per l'ammissione massima e minima.

In realtà deve succedere il contrario, pei seguenti motivi.

In pratica le pressioni massima e minima p_1 e p_2 sono bensì costanti, ma l'espansione non è mai completa imperocchè notoriamente si rinuncia all'ultima parte acuta del diagramma, senza notevole perdita di lavoro, e col

vantaggio d'accorciare sensibilmente il cilindro. Si ottengono così a fine corsa dei salti di pressione (trasformazioni a volume costante) $H'_1 H_1$ tra l'ultimo punto H'_1 d'espansione e H_1. Mentre H_1 è fisso H'_1 si sposta sulla sua ordinata, e $H'_1 H_1$ è tanto maggiore quanto maggiore è il salto di pressione e quindi il grado di ammissione.

Possiamo così attenerci alla regola che il vapore giunga a fine d'espansione allo stato di vapore saturo asciutto, prendendo per espansioni la serie d'espansioni come $F_1 K_1$ tutte completamente a vapore surriscaldato, nelle quali F_1 si sposta tra B_1 ed I_1 mentre K_1 si sposta corrispondentemente sulla $B_1 H_1$; ad ognuna d'esse corrisponde un determinato salto di pressione.

Allora il grado d'ammissione è minimo pel salto di pressione nullo ossia pel massimo surriscaldamento, e va man mano crescendo mentre questa diminuisce. Il vapore diventa saturo sempre nello stesso punto estremo della corsa d'espansione.

Così ad esempio pel salto $H'_1 H_1$ l'espansione è la $F_1 K_1$ ed il diagramma teorico d' indicatore ha per linea d'espansione la $H_1' N_1$ ottenuta ingrandendo le ascisse di $K_1 F_1$ nel rapporto costante:

$$\frac{E'_1 H'_1}{E'_1 K_1}$$

Il surriscaldamento è quello rappresentato da F_1 e quindi minore di quello relativo ad I_1. Viceversa il grado d'ammissione:

$$\frac{A_1 N_1}{E'_1 H'_1}$$

è maggiore del grado:

$$\frac{A_1 I_1}{E'_1 H'_1}$$

relativo al surriscaldamento I_1.

La serie di cicli così intesi, ha ad un estremo il ciclo con espansione $I_1 H_1$ col surriscaldamento massimo I_1, con salto di pressione zero e coll'ammissione minima:

$$\frac{A_1 I_1}{E'_1 H'_1}.$$

All'altro estremo il ciclo con espansione zero, con surriscaldamento zero (B_1), con salto di pressione $= p_1 - p_2$ e coll'ammissione completa.

Nel diagramma entropico la serie è ottenuta spostando F su B I e corrispondentemente K su B H; i diagrammi sono completati coi segmenti K S delle curve entropiche a volume costante che passano per K ed incontrano in S la E C.

Nè l'uno nè l'altro dei cicli estremi è realizzato; i cicli reali sono gli intermedi.

Resta in ogni modo assodato che il surriscaldamento deve diminuire se il grado d'ammissione aumenta e viceversa.

Il Sig. Schmidt lo ha riconosciuto sperimentalmente, e nelle sue motrici di grande potenza dispone le cose in modo che il vapore entrante nel cilindro sia un miscuglio di vapore fortemente surriscaldato proveniente dal surriscaldatore e di vapore saturo proveniente invece direttamente dalla caldaia Il miscuglio diventa più o meno surriscaldato strozzando più o meno l'ammissione del vapore saturo, ufficio che può essere affidato ad un regolatore. Il quale dovrà agire contemporaneamente sull'organo d'espansione e sulla valvola d'ingresso del vapore saturo; aumentando l'espansione aprirà maggiormente tale valvola e viceversa.

Stabilità così la dipendenza tra surriscaldamento ed ammissione, non è certo però ch'essa debba applicarsi come indicammo, ossia che i diversi cicli abbiano tutti lo stato di vapore saturo asciutto all'estremo d'espansione. Lo Schmidt ad esempio, onde non riscaldare troppo i cilindri a doppio effetto, propone d'applicarla nel seguente modo.

Prescrive l'inizio di saturazione non a fine corsa come supposto da noi, ma bensì a metà corsa, e dispone uno stantuffo lungo metà corsa, onde il cilindro resta diviso in 3 parti d'eguale lunghezza I II III, di cui le estreme vengono in contatto col vapore surriscaldato, mentre la media solo con vapore saturo.

Allora i cicli si determinano come segue.

Se p_m è la pressione a metà corsa ove deve aversi lo stato di vapore asciutto, essa determina il punto α nel suo incontro colla curva limite $B_1 H_1$, e l'espansione si divide in due parti, l'una $\beta\,\alpha$ espansione di vapore surriscaldato, l'altra $\alpha\,\gamma$ espansione di vapore saturo; il punto γ è l'incontro tra l'ordinata di ascissa doppia dell'ascissa di α, e la curva d'espansione adiabata satura passante per α; il salto di pressione $\gamma'\,\delta$, resta evidentemente determinato dalla corsa, alla quale corrisponde univocamente.

È facile dimostrare che anche in tal caso il surriscaldamento diminuisce aumentando il grado d'ammissione. Sieno infatti (Vedi fig. 3) C F e B G le espansioni surriscaldate relative a due diverse ammissioni, che incontrano entrambe la curva limite $x = 1$ (relativa al proprio peso di vapore) a metà corsa, rispettivamente in F ed in G. Supponendo che C F corrisponda ad 1 Chg. di fluido, B G corrisponde a $\frac{LI}{LF}$ Chg.; D C è il surriscaldamento di 1 Chg.; E B di $\frac{LI}{LF}$ Chg. ed il nostro asserto è dimostrato quando si dimostri che:

$$EB\,\frac{LF}{LI} > DC$$

Ora siccome:

$$\frac{AD}{LF} = \frac{AE}{LI} \qquad \frac{AC}{LF} = \frac{AB}{LH}$$

ne viene:

$$\frac{AB}{LH} - \frac{AE}{LI} = \frac{DC}{LF}$$

e siccome $LH > LI$ così:

$$\frac{AB - AE}{LI} > \frac{DC}{LF}$$

ossia:

$$EB \frac{LF}{LI} > DC \qquad \textit{c. v. d.}$$

§ 3.

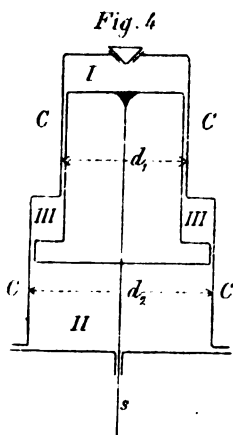
Come già dissi il Signor Schmidt di Cassel direttore delle officine di Ascherleben (W. Schmidt e C.°) si è spinto arditamente sulla via dei forti surriscaldamenti, costruendo ex-novo un tipo di surriscaldatore e di motore atti a spingere il surriscaldamento sino a 350°, mentre prima la temperatura del vapore di qualsiasi qualità toccava timidamente i 250° circa.

Io non descriverò la costruzione degli apparecchi Schmidt, poichè tale descrizione corredata da disegni e sezioni costruttive fu pubblicata dal Prof. Schröter di Monaco nella Zeitschrift des Vereines Deut. Ing. 1895, e ad essa rimando il lettore. Mi limiterò invece a spiegarne i concetti direttivi poichè il motore è completamente diverso dal tipo comune.

Il cilindro dovendo ricevere vapore a 350° doveva prudentemente essere a semplice effetto; facendolo a doppio effetto avrebbe raggiunto una temperatura dannosa alla sua conservazione e lubrificazione, chè non era già ammissibile l'idea di raffreddarlo come nei motori a gas. Ciò non pertanto lo Schmidt voleva, e giustamente, conservare almeno in parte i vantaggi del doppio effetto sulla regolarità d'andamento. E a tal uopo si servì ingegnosamente dell'espansione multipla combinando in un corpo solo i cilindri ad alta e bassa pressione, ed il ricevitore che quì in realtà, essendo a volume variabile, funziona da cilindro intermedio.

Lo schizzo mostra la disposizione adottata.

S è lo stantuffo differenziale collegato all'asta *s* che fa capo al pattino di un manovellismo comune; I è il cilindro ad alta pres-

sione ove è immesso il vapore surriscaldato ad iniziare l'espansione; II è il ricevitore-cilindro a volume variabile; III è il cilindro a bassa pressione costituito dal volume anulare tra il cilindro C e lo stantuffo-tuffante ad alta pressione.

Nella corsa di andata il vapore è ammesso ad iniziare l'espansione in I, mentre quello del ricevitore II è ammesso a completarla nel cilindro a bassa pressione III; vi è quindi evidentemente una pressione risultante in direzione del moto dello stantuffo.

Nella corsa di ritorno il vapore di I passa nel ricevitore II, mentre quello del cilindro a bassa pressione III va al condensatore; v'ha quindi ancora una pressione risultante in direzione del moto dello stantuffo con che il doppio effetto è raggiunto.

Non però completamente poichè le due pressioni risultanti nelle due corse non sono evidentemente eguali, ond'è naturale che costruendo i diagrammi tangenziali si trovi un grado d'irregolarità maggiore che nelle macchine comuni a doppio effetto: ma ciò non costituisce un grave inconveniente, perchè l'irregolarità resta in limite facilmente compensabile colle masse del volano.

Se poi si considera il cammino del vapore e le superfici che lambe, si vede che esso stesso provvede a preriscaldarle convenientemente. Così lo stantuffo tuffante esposto in parte al vapore surriscaldato è raffreddato dalla sua superficie interna che contiene vapore del ricevitore quindi a 140° o 150° soltanto; il cilindro a bassa pressione è preriscaldato (internamente quindi efficacemente) dal vapore del ricevitore.

La disposizione è dunque razionale anche riguardo alle dannose condensazioni iniziali, ed ha poi costruttivamente il vantaggio di richiedere una sola scatola a stoppa lambita soltanto da vapore già raffreddato.

La fabbrica di Ascherleben ha costruito negli ultimi anni molti motori Schmidt tutti funzionanti regolarmente. Il maggiore è a quanto mi consta quello di 500 cav. del Eisenhüttenwerk di Thale a/H.

Furono altresì fatte molte sperienze di consumo, ma le più complete sono quelle del Prof. Schröter anzi citate. Il modello da lui esaminato dava circa 75 cav. ind.; il vapore saturo a 12 atmosfere ossia a 190° era surriscaldato a 350° ed entrava nel cilindro a 340°. Il consumo di vapore variò tra:

4,55 e 4,87 Chg. per cav. ind. ora

e:

5,51 e 5,63 » » » effett. »

Nella mia nota precedente « sui cicli teorici ecc. » ho però ammonito di non giudicare il motore dalla piccolezza veramente insolita di queste cifre, ma bensì dal consumo specifico di combustibile. Il quale fu di circa 0,704 Chg. di carbone per cavallo effettivo ora. Ed è già questo un risultato brillante per una motrice di soli 75 cav., la quale a vapore saturo ed in buone condizioni consumerebbe almeno circa il doppio.

Ed ora concludiamo.

L' impiego dei vapori surriscaldati è razionale in teoria ed altresì rispetto ai materiali onde ne costituiamo gli inviluppi, poichè diminuisce sensibilmente le condensazioni su di essi.

La pratica, specie per merito dell' Ing. Schmidt, lo ha brillantemente constatato, ottenendo risultati donde è lecito prevedere che tali vapori andranno man mano rimpiazzando i vapori saturi di molte motrici. A me consta ad esempio che le ferrovie prussiane hanno attualmente in costruzione due locomotive con motori Schmidt, l' una per treni diretti nelle officine « Vulcan » di Stettino e l'altra per omnibus presso « Henschel » di Cassel.

Ma questo nuovo e probabilmente ultimo progresso economico della motrice a vapore, porta seco nuove difficoltà relative alle elevate temperature specie dei surriscaldatori, che sono nuovi apparecchi in difficili condizioni aggregati alle infaustissime caldaie. Imperocchè a qualunque tipo essi appartengano, il vapore si surriscalda sempre percorrendo tubi investiti dai gas caldi avviantesi al camino. Ora quando il surriscaldamento è spinto sino a 350°, parte di questi tubi giungerà ad una temperatura di almeno 375°.

Una temperatura simile non lascia più margine di possibile aumento; essa rappresenta coi nostri materiali un massimo assoluto, onde ogni incrostazione anormale avrebbe immediatamente un' azione funesta sulle spirali del surriscaldatore; la pratica già lo constata.

Ma difficoltà di questa natura, come non hanno mai ostacolato l'applicazione dei nuovi processi tecnici che diventano sempre più pericolosi, non impediranno neppure la graduale applicazione dei vapori surriscaldati.

Milano, Gennaio 1898.

UGO ANCONA.

STIMA ANALITICA DEGLI ALBERI.

(Vedi pag. 20).

Annotazione II.

§ 20. Le formole qui innanzi espresse per la stima degli alberi fruttiferi ed infruttiferi e le altre indicate nei precedenti due articoli, parlando delle semine, della potagione delle piante legnose e dei pali a sostegno delle viti, si applicano allorquando il trasferimento di possesso del fondo si effettua nel medesimo anno in cui accade la stima, o in altro noto a cui il perito rapportando i dati delle formole stesse, considererà come se quella venisse eseguita nell' anno del trasferimento suddetto. Tanto avviene nelle perizie per accertamento del valore degl'immobili sottoposti a tassa di registro allorchè il loro dominio passa ad altri per causa di morte o per atto tra vivi (1); e potrebbe del pari verificarsi per ordine del magistrato affine di constatare il prezzo di un immobile in un determinato tempo, oppure sia per una divisione amichevole e sia per una privata contrattazione di compravendita, cessione, permuta ecc.

Invece quando il cennato trasferimento o non ha luogo, oppure effettuandosi non se ne possa prevedere l'anno, come nelle perizie: *a)* per accertamento di reddito imponibile per inadeguato contributo fondiario; *b)* per costituzione di cauzione onde conseguire un appalto, un'amministrazione o una esattoria; *c)* per divisione giudiziaria; *d)* per constatazione del patrimonio di un Ente morale o di un privato; *e)* per espropriazione; *f)* per mutuo ipotecario ecc., è necessità assumere la media aritmetica onde elevarla a capitale.

E tale media per gli alberi fruttiferi o infruttiferi è data dal quoziente che si ottiene dividendo il complesso dei relativi prodotti in frutta e legname, o solo in legname, ottenuto durante la loro vita, pel numero di anni di questa; per le semine avvicendate dividendo la somma dei prodotti da esse dati nel corso della rotazione, pel numero di anni che la compongono, e tanto per la semina unica in ogni biennio o triennio che per l'utile della

(1) Art. 24 del nuovo testo unico della Legge sulla tassa di registro, approvata con decreto 20 maggio 1897 n. 217.

potagione delle piante legnose e per la spesa dei pali alla vigna, dividendo il prodotto l'utile o la spesa per la durata del rispettivo periodo.

§ 21. Con la media aritmetica il fondo viene a prendere un valore compensato per qualunque tempo, ma non esatto per un determinato anno. Difatti se essa si applicasse in una stima per compra-vendita ed il trasferimento di possesso del fondo si effettuasse nell'anno in cui si realizza il prodotto pieno degli alberi, il massimo delle semine avvicendate, la raccolta della semina unica periodica, la potagione delle piante legnose, oppure che allora fosse avvenuto il rinnovamento dei pali alla vigna, riuscirebbe pel fondo medesimo un prezzo inferiore all'adeguato, e quindi a danno del venditore. Pel contrario se l'indicato trasferimento avvenisse nell'anno in cui ha luogo il prodotto scarso degli alberi, il ricolto minimo delle semine avvicendate, il maggese della rotazione della semina unica, oppure che non si pratica la potagione e che i pali della vigna fossero divenuti inservibili, si avrebbe pel fondo un prezzo superiore al giusto, e quindi a danno del compratore. Invece l'annualità delle esposte formole soddisfa il principio di economia che regola ogni contrattazione di compra-vendita, cioè il prezzo del fondo che si aliena dev'essere quello del momento del rilascio in funzione, se del caso, del futuro prossimo certamente realizzabile (1).

§ 22. I pratici che spesso sorvolano sulle minutezze pur di seguire un procedimento speditivo di stima, adottano la stessa media, malgrado sia noto l'anno del riferito trasferimento di possesso, quando hanno a valutare sia piccoli o medì poderi, avuto riguardo alla non rilevante differenza che viene a risultare tra la corrispondente loro media aritmetica e l'annualità delle formole, e sia vaste possessioni, ove però si verifica: *a*) che la rotazione delle semine avvicendate si esplica in un unico anno su parziali appezzamenti di terreno; *b*) che la potagione degli alberi legnosi si effettua non in una sol volta in ogni determinato tempo, ma per una porzione di piante in ciascun anno, onde l'utile di essa anzichè periodico divenga annuale; *c*) e che il rimpiazzo dei pali alle viti non avvenga simultaneamente

(1) Così trattandosi di alberature di piccola età, dovrà, oltre il periodo di loro infruttuosità, considerarsi quello in cui la produzione comincia ad aversi sino a quando è divenuta massima, l'altro nel quale la stessa si mantiene pressochè stazionaria e l'ultimo ove la produzione medesima va gradatamente diminuendo sino ad estinguersi del tutto. Similmente per un piantamento che al tempo della stima percorresse il periodo di prodotto crescente, oppure il maturo o il decrescente, se rinnovato in perpetuo, dovrà la rendita attuale essere sempre funzione di quella degli altri tre periodi susseguenti, ciò che vien posto a calcolo col capitale terra avanti cennato.

Come ancora se il reddito del fondo fosse eccezionalmente alto per contribuzione fondiaria in men della dovuta, per recente dissodazione, per coltura molto raffinata a causa di esuberanza di capitale e d'intelligenza direttiva ecc., oppure basso per negligenza, lontananza o mancanza di mezzi del coltivatore, per eccessivo contributo fondiario ecc. dovrà il perito riguardarlo nelle ordinarie e comuni condizioni, per effetto delle quali l'anormale reddito verrà certamente a scemare o a crescere.

Parimenti per le semine avvicendate, i cui prodotti sono comunemente di diverso valore, dovrà quello che ricade nell'anno della stima subordinarsi a tutti gli altri che compongono la ruota agraria.

al termine della loro durata, ma in dettaglio, allo scopo di ripartire la relativa spesa, al certo rilevante, pei diversi anni della durata medesima. E ciò perchè con tal metodo di coltura la estesa possessione viene a presentarsi siccome l'aggregato di medi o piccoli poderi.

§ 23. Taluni periti sostituiscono alla media aritmetrica, l'*annuità media*, ricavata con la formola:

$$\frac{S\,r}{q^n - 1}; \qquad (\alpha)$$

ove S per gli alberi da frutta rappresenta la somma delle accumulazionî dei ricolti dapprima alla fine del proprio stadio, e poscia all'n^{mo}, che è l'ultimo di loro vita; per gli alberi infruttiferi il costo del legname all' epoca dell'atterramento, ossia ad n anni; per le semine avvicendate la somma delle accumulazioni dei relativi prodotti annuali, all' n^{mo} anno, che è l'ultimo, della rotazione; e per la potagione delle piante legnose o pei pali della vigna, il rispettivo utile o spesa al termine del periodo di n anni in cui avviene l'uno o l'altra.

Noi non siamo dello stesso avviso per la ragione che detta formola fa riuscire un valore compensato inferiore a quello che dovrebbe essere, e che la media aritmetica raggiunge. Difatti essa formola servendo alla determinazione del reddito che con l' accumulazione per n anni di sè stesso e dei proprî interessi produca la S, riesce esatta allorchè la stima accade o è riferita al principio del primo anno del periodo, alla fine del quale ha luogo il prodotto o la spesa S, e non quando avviene in un anno intermedio del periodo medesimo.

§ 24. Determiniamo quì appresso per taluni casi pratici tanto la indicata annuità media che la media aritmetica, per mettere in rilievo la loro diversità.

Esempio 1.° — *Un albero può vivere anni* 20; *nei primi suoi* 5 *anni non produce nulla: negli altri* 5 *susseguenti offre in media all' anno* L. 3, 20*: negli altri* 4 *formanti lo stadio di ricolto massimo* L. 5, 50*; e negli ultimi* 6 *anni* L. 4, 30.

Le rendite di L. 3, 20, L. 5, 50 *e* L. 4, 30 *accumulate alla fine dei corrispondenti stadî di anni* 5, 4 *e* 6, *con l' interesse del* 5 % *divengono:*

$$3,20\,\frac{q^5 - 1}{r} = 17,70; \quad 5,50\,\frac{q^4 - 1}{r} = 23,70; \quad 4,30\,\frac{q^6 - 1}{r} = 29,24.$$

Questi risultati riferiti all' ultimo anno di vita dell'albero e sommati danno:

$$17,70\,q^{20-10} + 23,70\,q^{20-14} + 29,24 = 89,83$$

E tale somma sostituita in luogo di S nella (α), *produce la seguente annuità:*

$$\frac{89 . 83 \times 0,05}{q^{20} - 1} = 2,72.$$

La media aritmetica è invece:

$$\frac{5 \times 3,20 + 4 \times 5,50 + 6 \times 4,30}{20} = 3,20$$

Esempio 2.° — *Cinquanta pioppi si lasciano vivere* 40 *anni dopo dei quali si abbattono ricavandosi* L. 500 *di legname.*

La corrispondente annuità, con l' interesse del 5 %, *data dalla* (α) *è*

$$\frac{500 \times 0,05}{q^{40} - 1} = 4,14$$

mentre la media aritmetica è:

$$\frac{500}{40} = 12,12 \text{ (1)}.$$

(1) L'annuità media dovendosi al pari della media aritmetica elevare a capitale, la formola (α) diviene:

$$\frac{S}{q^n - 1}$$

ma questa è l'espressione del solo valore del suolo degli alberi alla fine di n anni, locchè è inammissibile, dovendo la stima riguardare coacervatamente tanto il suolo che il soprassuolo del piantamento in tutti gli stadî di sua vita, mentre il capitale suddetto, astrazion fatta dalla spesa d' impianto e dal costo del tronco abbattuto, che non influiscono nella tesi in disamina, è inferiore anche al valore del suolo e del soprassuolo di una piantina di 1 anno. Così per l'albero da frutta del 1.° di questi esempi, il capitale terra a 20 anni è:

$$\frac{89,83}{q^{20} - 1} = 54,33$$

Ed il valore del suolo e del soprassuolo dello stesso albero corrispondente alla età di 1 anno, è:

$$\frac{54,33 + 89,83}{q^{19}} = 57,05.$$

E per l'albero infruttifero del 2.° esempio, il capitale terra a 40 anni è:

$$\frac{500}{q^{40} - 1} = 82,70.$$

Ed il valoro del suolo e del soprassuolo di tale albero ad 1 anno è:

$$\frac{82,70 + 500}{q^{39}} = 86,02$$

ESEMPIO 3.° — *Un terreno è semenzato in rotazione triennale, dando nel* 1.° *anno* L. 100, *nel* 2.° L. 140 *e nel* 3.° L. 150.

Accumulando tali prodotti al principio dell'ultimo anno della rotazione e sommando i risultati, con l'interesse del 6 %₀ *si ottiene:*

$$100\,q^2 + 140\,q + 150 = 410,76.$$

E la relativa annuità media, mercè la formola (α) *risulta:*

$$\frac{410,76 \times 0,06}{q^3 - 1} = 129,03$$

La media aritmetica è poi:

$$\frac{100 + 140 + 150}{3} = 130,00$$

ESEMPIO 4.° — *Un piantamento vien potato in ogni* 3 *anni, dando alla fine di tale periodo l'utile di* L. 900.

Abbiamo dalla (γ) *con l'interesse del* 5 %₀ *la seguente annuità media*:

$$\frac{900 \times 0,05}{q^3 - 1} = 285,53$$

mentre la media aritmetica è:

$$\frac{900}{3} = 300$$

ESEMPIO 5.° — *Quale annuità media corrisponde alla spesa di* L. 2000 *pel rinnovamento in ogni* 10 *anni dei pali di una vigna?*

Con l'interesse del 5 %₀ *si ha dalla* (γ) *:*

$$\frac{2000 \times 0,05}{q^{10} - 1} = 159,00$$

Invece la media aritmetica è:

$$\frac{2000}{10} = 200,00$$

§ 25. In generale l'annuità media ricavata con la formola (α) si accosta moltissimo alla media aritmetica quando tutti gli anni del periodo che si assume sono rappresentati da quantità, e queste poco diverse tra loro.

Invece la differenza tra l'annualità e la media aritmetica si accentua dippiù se uno o più anni del periodo sono vuoti; e riesce sensibilissima allorchè il periodo è composto della sola somma finale, e la serie di anni che lo costituisce è molto estesa.

Annotazione III.

§ 26. Altri periti, trattandosi di alberi di pari età, ad ottenere il prodotto dello stadio che essi percorrono al tempo della valutazione, in funzione di quelli degli altri tre stadi, componenti l'intero torno di produttività, adottano la stessa formola (α), ove però la S denota la somma delle accumulazioni delle rendite, dapprima all'ultimo anno del rispettivo stadio e poscia all'ultimo anno del torno, il cui inizio è dallo stadio in corso all'epoca dell'apprezzo. In altri termini mentre per l'annuità media avanti indicata il torno comincia sempre dallo stadio improduttivo, pel prodotto in parola il torno si fa principiare dallo stadio che il piantamento presenta al tempo della stima, a cui seguono gli altri tre col loro ordine naturale.

Con siffatto criterio la formola (α) si muta nell'altra:

$$\frac{1}{q^n - 1}\left[M q^{\alpha}(q^{\beta} - 1) + M' q^{\alpha'}(q^{\beta'} - 1) + M'' q^{\alpha''}(q^{\beta''} - 1) + M'''(q^{\alpha'''} - 1)\right]; \quad (\gamma)$$

in cui n è il numero di anni in cui può vivere la pianta, M è la rendita media annuale dello stadio che essa percorre al tempo della stima, M', M'' M''' sono quelle degli altri tre stadi che naturalmente lo seguono. β, β', β'' e β''' sono i numeri di anni dei corrispondenti stadi presi con lo stesso ordine, la cui somma è uguale ad n, e finalmente $\alpha = n - \beta$, $\alpha' = n - (\beta + \beta')$ ed $\alpha'' = n - (\beta + \beta' + \beta'')$.

§ 27. La precedente formola considerando al completo lo stadio che ricade all'epoca dell'apprezzo, senza cioè dedurre da esso gli anni che il piantamento possa avervi percorsi, consegue che il risultante valore relativo all'inizio dello stadio suddetto, va attribuito a tutta la serie di anni componenti lo stadio medesimo, ciò che non è conforme al vero, mentre la formola medesima riuscirebbe esatta nel solo caso che il principio dello stadio di età del piantamento venga a coincidere con l'anno della stima. Invece le formole dirette del suolo e del soprassuolo, di cui innanzi si è fatto parola, danno alle piante il valore per ogni singolo anno di loro età.

Esempio 1.° — *Un albero da frutta che può vivere anni* 30, *nei primi suoi* 6 *anni è improduttivo, negli altri* 6 *produce in media annuali* L. 4,00, *negli altri* 10 *susseguenti annuali* L. 5,00, *e negli ultimi* 8 *anni annuali* L. 3,00.

Con l'interesse del 5 % *abbiamo:*

Per lo stadio improduttivo (da 1 a 6 anni):

$$\frac{1}{q^{30}-1}\left[0+4\,q^{30-12}\,(q^{6}-1)+5\,q^{30-22}\,(q^{10}-1)+3\,(q^{8}-1)\right]=3,81$$

il cui valore capitale è di L. 56, 10.

Per lo stadio crescente (da 7 *a* 12 *anni):*

$$\frac{1}{q^{30}-1}\left[4\,q^{30-6}\,(q^{6}-1)+5\,q^{30-16}\,(q^{10}-1)+3q^{30-24}\,(q^{8}-1)+0\right]=3,77$$

il cui valore capitale è di L. 75, 40.

Per lo stadio maturo (da 13 *a* 22 *anni):*

$$\frac{1}{q^{30}-1}\left[5q^{30-10}\,(q^{10}-1)+3q^{30-18}\,(q^{8}-1)+0+4\,(q^{6}-1)\right]=3,68$$

il cui valore capitale è di L. 73, 60.

E per lo stadio decrescente (*da* 23 *a* 30 *anni*):

$$\frac{1}{q^{30}-1}\left[3q^{30-8}\,(q^{8}-1)+0+4\,q^{30-20}\,(q^{6}-1)+5\,(q^{10}-1)\right]=2,86.$$

il cui valore capitale è di L. 57, 20.

ESEMPIO 2.° — *Ritenuto, analogamente al supposto della* (γ), *che detto albero al tempo della stima, si trovasse di essere appena entrato in uno dei suoi stadî, applicando le formole del suolo e del soprassuolo, otterremo gli altri seguenti valori, le cui cifre intere si identificano con quelle degli altri precedenti.*

A determinar cotali valori è da premettersi che le accumulazioni delle rendite di L. 4, 00, L. 5, 00 *e* L. 3, 00 *all' ultimo anno del rispettivo stadio di anni* 6, 10 *ed* 8, *sono*:

$$4\,\frac{q^{6}-1}{r}=27,21$$

$$5\,\frac{q^{10}=1}{r}=62,89$$

$$3\,\frac{q^{8}-1}{r}=28,64\cdot$$

E questi risultati rapportati all' ultimo anno di vita dell' albero e sommati divengono:

$$27,21\,q^{30-12}+62,89\,q^{30-22}+28,64=56,48+92,91+28,64=187,03$$

Ed il capitale terra ad n *anni è:*

$$\frac{187,03}{q^{30}-1}=56,30$$

Ciò posto si ha:
All'inizio dello stadio improduttivo (1):

$$\frac{187,03}{q^{30}-1}=\text{L. } 56,30.$$

All'inizio dello stadio crescente:

$$\frac{56,30+187,03}{q^{24}}=\text{L. } 75,44$$

All'inizio dello stadio maturo:

$$\frac{56,30+92,91+28,64}{q^{18}}=\text{L. } 73,89.$$

E all' inizio dello stadio decrescente:

$$\frac{56,30+28,64}{q^{8}}=\text{L. } 57,48.$$

III.

Quota di perpetuità degli alberi ed utile del legname dei fusti.

§ 28. Affinchè il prodotto degli alberi si conservasse perpetuamente nel podere, è d'uopo rimpiazzare i nuovi a quelli che periscono. All'oggetto occorre erogare al principio del primo anno di loro vita una certa spesa per acquisto degli alberelli, trasporto, piantamento a dimora, concime ed altro; e talvolta altre spese necessitano durante la infruttuosità delle piccole piante per particolare custodia e governo, come per le canne o pertichette con legature di vimini nei siti soggetti a forti venti, per le coverture di stuoie laddove le stesse siano molto delicate e si abbia a temere la neve o i geli, per la frequente zappatura del terreno a loro dintorno, per la mondatura dei ramoscelli secchi od inutili, per lo inaffiamento, la concimazione ecc.

(1) O alla fine dello stadio precedente che è il decrescente.

Noi parlando del valore del suolo degli alberi non sistemati, abbiamo implicitamente calcolato il capitale della spesa d'impianto, ossia della quota di perpetuità. Ripetiamo ora il metodo per determinarlo indipendentemente dall' indicato valore del suolo.

Dinotando con A, B, C..., le spese relative al 1.°, 2.°, 3.°..... anno di vita del piantamento, accumulandole alla fine dell'n^{mo}, ossia dell'ultimo, e sommandole si ottiene:

$$A\,q^n + B\,q^{n-1} + C\,q^{n-2} + \text{.......} = U\,q^n$$

Da cui sottratto il costo T dei tronchi abbattuti, risulta la differenza $U\,q^n - T = M$ la quale è l'accumulazione dei soli interessi in ogni periodo di n anni del capitale:

$$\frac{M}{q^n - 1}$$

E la rendita annuale (*quota di perpetuità* (1)), corrispondente a questo capitale è:

$$\frac{M\,r}{q^n - 1}.$$

E per un anno intermedio m del piantamento questa formola si muta nell' altra:

$$\frac{1}{q^{n-m}} \cdot \frac{M\,r}{q^n - 1}$$

ESEMPIO. — *Quale quota di perpetuità corrisponde per un albereto che si rinnova in ogni* 32 *anni, conoscendosi che il costo dei tronchi alla fine di tal tempo è di* L. 100 *e che per impianto occorrono* L 80 *nel* 1.° *anno,* L. 50 *nel* 2.° *e* L. 40 *nel* 3.°,

Le accumulazioni di dette spese all'ultimo anno di vita dell'albero, con l'interesse del 5 % *sono:*

$$80\,q^{32} + 50\,q^{31} + 40\,q^{30} = 780,96$$

da cui sottratto il costo dei fusti, rimane:

$$780,96 - 100 = 680,96$$

Ora supposto che detto albereto al tempo della stima sia giunto al-

(1) Tale quota viene sottratta dalla produzione arborea: invece nella determinazione del valore del suolo, abbiamo considerato il capitale di essa e detratto da quello del piantamento.

l'ultimo anno di sua esistenza, la corrispondente quota di perpetuità risulta:

$$\frac{M \cdot r}{q^n - 1} = \frac{680,96 \times 0,05}{q^{32} - 1} = 9,04$$

se di età anno 1*:*

$$\frac{1}{q^{32-1}} \cdot \frac{M\,r}{q^n - 1} = 1,99$$

se di età anni 10:

$$\frac{1}{q^{32-22}} \cdot \frac{M\,r}{q^n - 1} = 3,09.$$

E *se di età anni* 31:

$$\frac{1}{q^{32-31}} \cdot \frac{M\,r}{q^n - 1} = 8,63.$$

§ 29. Non conoscendosi dal perito l'anno in cui il possesso del fondo viene a trasferirsi nel nuovo proprietario, la quota di perpetuità è data dalla media aritmetica fra tutte le spese bisognevoli allo stabilimento del piantamento.

Così coi dati del cennato esempio detta media è:

$$\frac{80 + 50 + 40 - 100}{32} = 2,12$$

§ 30. Altri periti a determinare la quota di perpetuità in parola riferiscono invece ciascuna di dette spese A, B, C...... al principio dei 1.° anno del piantamento, così:

$$A + \frac{B}{q} + \frac{C}{q^2} + \frac{D}{q^3} + \ldots\ldots = V$$

ed ottengono la indicata quota sottraendo dalla somma V il costo T dei tronchi e introducendo la differenza V — T = S nella nota formola:

$$\frac{S\,r}{q^n - 1}$$

Esempio. — *Coi dati dell'esempio quì innanzi indicato abbiamo:*

$$80 + \frac{50}{q} + \frac{40}{q^2} = 163,90$$

da cui detratto l'importo dei fusti risulta:

$$163,90 - 100 = 63,90$$

si ottiene così la quota di perpetuità che è:

$$\frac{63,90 \times 0,05}{q^{32} - 1} = 0,84$$

§ 31. Intorno alla precedente formola osserviamo due cose. La prima che mentre si riferiscono tutte le spese d'impianto al principio del 1.° anno di vita del piantamento viene poi dalla risultante somma a sottrarsi il costo dei fusti che si realizza in tempo diverso, cioè alla fine dell'ultimo anno di vita del piantamento stesso. La seconda è che anche ritenuto esatto tale criterio, la cennata formola non dà che l'annuità corrispondente al solo primo anno del piantamento, non potendo essa ritenersi per tutte le gradazioni di età del medesimo.

Invece ci sembra che se si scontasse il costo dei fusti anche al principio del 1.° anno di vita degli alberi, portandolo $n - 1$ anni indietro, e se il risultato della formola si portasse avanti sino all'anno della stima, col moltiplicarlo per q, q^2, q^3,...... secondochè tale anno sia il 1.°, 2.°, 3.°...... di età del piantamento, questo per ogni singolo suo anno di vita avrebbe la corrispondente quota di perpetuità (1).

Esempio. — *Nell'esempio precedente si è ottenuto la somma delle spese d'impianto riferite al principio del 1.° anno di vita del piantamento che è:*

$$80 + \frac{50}{q} + \frac{40}{q^2} = 163,90$$

da cui detratto il costo dei fusti, riferito allo stesso tempo, risulta:

$$163,90 - \frac{100}{q^{31}} = 141,87$$

e quindi:

$$\frac{S\,r}{q^n - 1} = \frac{141,87 \times 0,05}{q^{32} - 1} = 1,88$$

(1) Con questo metodo l'annualità della formola avanti indicata è relativa al solo primo anno di vita del piantamento, a motivo che sono stati riferiti al principio di esso gli elementi da cui la medesima emerge. All'opposto con l'altro metodo qui innanzi detto essendosi le spese d'impianto accumulate all'n^{mo} anno di vita del piantamento stesso, cioè all'ultimo, la quota di perpetuità è relativa a tal'epoca, così che per calcolarla rispetto ad un anno intermedio m di sua vita, devesi portare indietro di tanti anni per quanti rimangono a quello per giungere al deperimento.

E se l'albereto contasse 10 *anni:*

$$\frac{S r}{q^n - 1} q^{10} = 1,88 \ q^{10} = 3,06$$

Se 31 *anni:*

$$\frac{S r}{q^n - 1} q^{31} = 1,88 \ q^{31} = 8,53$$

E se 32 *anni:*

$$\frac{S r}{q^n - 1} q^{32} = 1,88 \ q^{32} = 8,95.$$

§ 32. Per le alberature sistemate a causa del regolare scompartimento della varia età, la surroga delle nuove pianticelle avvenendo sempre per una parte di esse, la quota di perpetuità riesce molto piccola a fronte della produzione del fondo, e siccome essa è compensata quasi tutta dall'utile del legname dei fusti, così nella generalità dei casi, trattandosi di dette alberature, stimiamo non tener conto nè dell'una nè dell'altro.

§ 33. La quota di perpetuità riesce di un certo rilievo solo per le grandi estensioni con alberi tutti dalla medesima età; ed essa a parità di condizioni è tanto più piccola per quanto più lunga è la esistenza di quelli.

§ 34. Da ultimo si ponga mente che nella determinazione delle spese d'impianto il perito deve tener conto dei vivai ove esistano nel podere, ove non stimi valutarli a parte, non che la possibilità di potersi nel podere stesse procurare le nuove pianticelle mercè *talee, margotti, nuove barbatelle, magliuole, propagini ecc.*

Ing. Carlo Scala.

STUDIO SUL PERSONALE DEL SERVIZIO

MOVIMENTO E TRAFFICO

NELL' ESERCIZIO DELLE RETI FERROVIARIE

dell' Ing. David Serani.

La determinazione del personale in genere necessario per l'esercizio di una ferrovia, è una delle più complesse questioni che presentar si possono ad una amministrazione.

La sua importanza può facilmente desumersi dalle spese che il personale assorbe su quelle totali di esercizio di una ferrovia, spese che in Italia, ad esempio, raggiunsero il 53, 8 p. $^0/_0$ per la Rete Adriatica ed il 61, 5 p. $^0/_0$ per la Rete Mediterranea, rispettivamente negli esercizi 1896 e 1894-95, delle totali spese d'esercizio.

E fra le questioni del personale una delle più difficili a trattarsi è certamente quella che riguarda il servizio del Movimento e Traffico sia per l'importanza che ha in sè stessa, sia per le molteplici e svariate funzioni inerenti ad un pubblico servizio che il personale medesimo è chiamato a disimpegnare.

Le spese relative al personale adibito al Movimento e Traffico oltrepassano in Italia il 30 p. $^0/_0$ di quelle totali d'esercizio, cifra questa che dimostra quanto sia meritevole di speciale attenzione lo studio del quale ci occupiamo.

Il commisurare adeguatamente il personale del Movimento e Traffico ai bisogni di questo servizio in modo da soddisfarli tutti convenientemente sia nei riguardi economici delle Società ferroviarie sia per rispetto alle esigenze di un servizio pubblico, è opera ben difficile. Ed invero, se si prendono a considerare diverse Amministrazioni, troviamo che non tutte poterono fino ad oggi raggiungere questo duplice intento quantunque esercitino ferrovie da assai lungo tempo.

Malgrado l'importanza della questione, a quanto ci consta non venne data finora alcuna norma concreta e abbastanza semplice, all'infuori del faticoso studio delle statistiche, per la determinazione del personale da

adibirsi al servizio del Movimento e Traffico nè per paragonare in modo spedito e razionale i resultati delle diverse Amministrazioni ferroviarie affinchè il confronto possa riuscire proficuo.

Si sogliono confrontare le condizioni delle varie Società considerando il numero degli Impiegati ed Agenti che si hanno per ogni Km. di linea esercitato o per un determinato prodotto preso come termine di paragone, per esempio per ogni diecimila franchi d'introito; ma è chiaro che l'uno e l'altro confronto nulla dica e nulla possa dire di esatto circa la buona utilizzazione del personale ed il suo quantitativo. Ed invero col paragone fatto fra il personale riferito al chilometro di linea esercitato, non si tien conto del principale elemento che su di esso influisce e cioè del traffico e delle condizioni nelle quali esso si svolge; e il confronto istituito fra le quantità di personale offerenti ad una determinata quota d'introiti, non tiene affatto conto della disparità delle tariffe ferroviarie nè di altre importanti circostanze che su tal confronto influiscono.

Questo sistema non può offrire adunque un giusto criterio per stabilire il grado di bontà della organizzazione del personale di un'Azienda ferroviaria, per dedurre poi dal confronto fra le diverse Amministrazioni, una norma a seguirsi.

È sembrato perciò che un nuovo studio della questione possa riuscire di qualche utilità a chi si occupa di materie ferroviarie, tanto più che il lungo e faticoso esame delle statistiche che vengono pubblicate, è bene spesso ostacolato da insufficienza o disparità di dati.

Pertanto lo scopo precipuo delle nostre ricerche è quello di *stabilire una formula per determinare la quantità di personale del Servizio del Movimento e Traffico necessaria per l'esercizio di una Rete ferroviaria avente un determinato traffico, considerando i diversi rami principali del servizio medesimo.*

Come ognuno comprende il problema non può essere risolto con esattezza matematica troppi e disparati essendo gli elementi che ad esso si connettono, ma noi riteniamo che basti una sufficiente approssimazione, specialmente quando possa ottenersi, come vedremo, con formule relativamente semplici.

I resultati dedotti dalle formule trovate potranno servire di guida per l'organizzazione del servizio che si considera e per istituire un sollecito confronto fra le diverse Amministrazioni ferroviarie nei riguardi del personale del Movimento e Traffico, senza incorrere, a quanto ci sembra, in gravi errori derivanti da interpretazioni diverse di dati, o da apprezzamenti personali.

Determinazione del personale necessario pel Servizio del Movimento e Traffico nell'esercizio di una Rete ferroviaria.

Il personale del Servizio del Movimento e Traffico può raggrupparsi in tre distinte categorie:

a) Personale viaggiante, che comprende: i Capi Conduttori, i Controllori, i Conduttori, le Guardie ai freni, e i frenatori.

b) Personale di Stazione, che comprende: i Capi Stazione, i Gestori, i Commessi, gli Aiutanti Commessi, i Telegrafisti, le Guardie alle merci, i Manovratori, i Deviatori, i Manuali ed in una parola tutti gli Impiegati ed Agenti delle Stazioni.

c) Personale degli Uffici Centrali e di Linea di qualunque categoria.

§ 1. *Personale viaggiante.* — Ogni convoglio viene servito da una squadra composta in generale di un Capotreno sussidiato da Conduttori alle merci e da un certo numero di Agenti, come Guardia ai freni, frenatori ecc.

Se la composizione del convoglio è di n veicoli e se per le condizioni della linea da esso percorsa si prescrive che debba essere frenato un veicolo sopra m, ovvero se pel servizio da compiersi lungo il viaggio si deve avere un Agente per ogni m veicoli oltre al Capotreno ed ai Conduttori, la squadra sarà composta di $\frac{n}{m} + p$ individui.

Ammettendo che questa squadra debba prestar servizio per o ore effettive al giorno e che la velocità commerciale media dei treni che essa deve servire, sia di v chilometri all'ora, la stessa squadra potrà essere impiegata per la scorta di $o \times v$ treni-chilometro.

Per ogni treno-chilometro occorrono adunque:

$$\left(\frac{n}{m} + p\right)\frac{1}{o \times v}$$

agenti.

Allo stesso resultato si giunge col seguente ragionamento.

Se K indica la percorrenza di un treno avente la velocità commerciale di v chilometri all'ora, il tempo occorrente pel tragitto completo K, sarà; $t = \frac{K}{v}$, quindi una stessa squadra potrà scortare un numero N di treni simili tale che $N\,t$ sia uguale a 0, effettuando in tal modo N K treni-chilometro. Ora avendosi $N t = 0$; $t = \frac{K}{v}$, sarà anche $N \, . \, K = o \, . \, v$ e la quantità di Agenti $\left(\frac{n}{m} + p\right)$ ridotta al treno-chilometro diviene quindi:

$$\left(\frac{n}{m} + p\right)\frac{1}{N \, . \, K} \qquad \text{ossia:} \quad \left(\frac{n}{m} + p\right)\frac{1}{0 \, . \, v}$$

come si era trovato.

Questa espressione dà il numero del personale strettamente necessario per l'esercizio di una linea nella ipotesi che esso venga effettivamente impiegato per tutte le ore di servizio alla scorta dei convogli, condizione questa che implica un servizio non interrotto durante quelle ore.

Ma nell'esercizio di una Rete ferroviaria questa condizione non si verifica e bisogna tener conto del tempo che le squadre viaggianti debbono impiegare per la consegna e riconsegna dei treni, verifiche delle merci, controllerie ecc., ecc.; nonchè dei perditempi occasionati da cambiamenti di turno, coincidenze dei convogli che una stessa squadra è chiamata a scortare e così via dicendo, durante i quali il personale pur rimanendo in servizio non viene utilizzato nella vera e propria scorta dei convogli, come abbiamo finora supposto.

D'altra parte, e ciò specialmente sulle linee di poco traffico, havvi uno spreco inevitabile di personale. Se per esempio consideriamo una linea sulla quale si effettui giornalmente una sola coppia di treni che nell'andata e nel ritorno impieghino meno di $\frac{0}{2}$ ore, una stessa squadra potrà bastare per la loro scorta ma non sarebbe bene utilizzata e ciò malgrado non potrebbe ridursi il nnmero degli Agenti. Nell'esercizio delle grandi Reti non si verifica questa condizione limite, ma ad ogni modo l'esempio teorico rende manifesta l'importanza dei perditempi che anche sulle linee di notevole traffico possono verificarsi a scapito della limitazione del personale.

Si osservi inoltre che una certa quantità di Agenti è necessaria per supplire alle assenze che si verificano per qualsivoglia motivo e che infine devono tenersi presenti anche le oscillazioni del traffico alle quali non sempre può farsi fronte ricorrendo ad un aumento d'orario o ad altri ripieghi.

Per tener conto di tutte queste circostanze, si dovrà ammettere un aumento proporzionale alla cifra determinata coll'espressione $\left(\frac{n}{m}+p\right)$, epperciò indicando con α il coefficiente di proporzionalità, scriveremo che la quantità di personale viaggiante necessaria per ogni treno-chilometro verrà data dalla formula:

$$P'_v = \left(\frac{n}{m}+p\right)\frac{1}{o\,.\,v} + \alpha\left(\frac{n}{m}+p\right)$$

ossia:

$$P'_v \left(\frac{n}{m}+p\right)\left(\alpha + \frac{1}{o\,.\,v}\right).$$

Detto quindi T_k il numero dei treni-chilometro che giornalmente si effettuano sopra una determinata rete, il personale viaggiante necessario per la loro scorta sarebbe dato da:

$$P'_v = \left(\frac{n}{m}+p\right)\left(\alpha + \frac{1}{o\,.\,v}\right) T_k.$$

Accennammo già allo inevitabile spreco di personale che si verifica sulle linee di poco traffico è specialmente dovuto alla limitata frequenza dei treni.

Conviene però osservare che in una grande rete ferroviaria, l'inconveniente si verifica in limitato grado e diminuisce coll'aumentare del traffico, maggiori essendo i mezzi che si offrono al migliore impiego delle squadre.

Ritenuto adunque che colla maggiore frequenza dei convogli meglio si utilizzi il personale destinato alla loro scorta, ne consegue che all'aumento dei treni-chilometro corrisponde una certa economia di Agenti sul numero determinato coll'espressione già stabilita. D'altra parte il maggior traffico implica una completa composizione dei convogli che si effettuano e di conseguenza una buona utilizzazione delle squadre viaggianti.

Perciò, per tener conto di queste migliori utilizzazioni del personale, la formula generale che si ricerca deve contenere un termine negativo che, dopo alcune prove fatte, si è trovato essere proporzionale al quadrato dei treni-chilometro giornalmente effettuati.

Indicando quindi con α_1 il coefficiente di proporzionalità, si giunge infine alla espressione:

$$P_v = \left(\frac{n}{m} + p \right) \left(\alpha + \frac{1}{o \cdot v} \right) T_k - \alpha_1 T^2_k \qquad (1)$$

la quale serve alla determinazione della quantità P_v di personale viaggiante occorrente per l'esercizio di una Rete ferroviaria sulla quale si effettuino in media T_k treni-chilometro al giorno la cui composizione media sia di n veicoli; $\frac{n}{m}$ essendo il numero medio di veicoli con freno attivo, p il numero degli Agenti che compongono una squadra oltre al personale da adibirsi ai freni, o le ore di lavoro delle squadre viaggianti, v la velocità commerciale media dei convogli.

È bene avvertire che $\left(\frac{n}{m} + p \right)$ deve essere un numero intero, cosicchè in luogo del valore effettivo risultante per questo termine, si prenderà il numero intero immediatamente superiore quando per esso si ottenga un numero frazionario.

Si nota inoltre che questa espressione tiene implicitamente conto anche delle condizioni altimetriche e planimetriche delle linee essendo a tali condizioni subordinata la composizione dei convogli.

Si tratta ora di determinare i valori dei coefficienti α ed α_1, epperciò fermiamoci ad analizzare i resultati delle statistiche delle ferrovie francesi per l'esercizio 1892 (Statistiche pubblicate dal Ministero dei Lavori Pubblici della Francia nel 1894), le sole particolareggiate di recente data fra quelle delle Amministrazioni estere, che si sono potute consultare.

È da notarsi d'altra parte, che lo studio del personale delle suindicate

Amministrazioni riesce anche opportuno inquantochè fra di esse se ne trovano alcune, come la Nord, l'Orleans e l'Ovest, che, rispetto ad altre Società Europee, sostengono una spesa assai limitata pel servizio del Movimento e Traffico quando ci si riferisca al treno-chilometro. Il seguente prospetto riassume tali spese sulle quali, come è noto, ha una preponderanza assoluta il personale del servizio che si considera.

INDICAZIONE DELLE SOCIETÀ		ANNO di esercizio	SPESA per treno-chilom relativa al servizio Movimento e Traffico Franchi	OSSERVAZIONI
Francia	Nord	1892	0,644	I dati furono tolti dalle statistiche pubblicate nella *Rèvue Générale des Chemins de fer.*
	Est	»	0,980	
	Ovest	»	0,756	
	Orleans	»	0,729	
	P. L. M.	»	1,026	
	Midi	»	0,790	
Ferrovie Svizzere		1894	0,743	
Germania	Ferrovie Bavaresi (Stato)	1894	1,027	
	» del Würtemberg	»	0,857	
	» della Sassonia (Stato)	»	1,375	»
	» dell'Alsazia-Lorena e del Lussemburgo	»	0,929	
	» dello St.° Pruss.°	»	1,133	
Austria-Ungh.	Ferr.^e della Rete Austriaca	1893	0,852	
	» » » Ungherese	»	0,781	
	» Nord dell'Imperatore Ferdinando	»	1,339	»
	» Sud dell'Austria-Ungheria	»	0,953	
	» Sud dell'Austria	»	0,845	

Dalle statistiche delle ferrovie francesi pubblicate dal Ministero dei Lavori Pubblici nel 1894, per l'esercizio dell'anno 1892, si rilevano i dati riassunti nel prospetto che segue:

Indicazione delle Società	Lunghezza media esercitata Km.	Percorso chilometrico di tutti i treni nell'anno Km	Numero medio giornaliero dei treni a distanza intera			Velocità media chilometrica per ora comprese le fermate dei treni					Numero medio dei veicoli per treno a	
			Grande velocità	Piccola velocità	Totale	Express	Diretti	Omnibus	Misti	Merci	Grande velocità	Piccola Velocità
Nord . .	3612	49 002 827	21, 5	15, 6	37, 1	65–82	55–60	45–60	40–55	25–35	8, 5	31, 4
Est . . .	4560	38 417 231	14, 8	8, 2	23, 0	53	42	33	26	15	9, 5	34, 9
Ovest . .	5172	41 315 372	14, 1	7, 7	21, 8	57	44	36	30	12	10, 1	24, 2
Orleans	6375	37 624 103	11, 6	4, 5	16, 1	55–80	45–55	40–50	35–40	25–35	11, 3	39, 3
P. L. M.	8529	68 827 781	13, 5	8, 5	22, 0	48	40	31	28	14	10, 8	39, 8
Midi . .	3037	18 369 951	11, 1	5, 4	16, 5	47	40	35	28	15	9, 6	32, 6

NOTA. — Alla grande velocità sono ascritti i treni viaggiatori e misti; alla piccola velocità i treni merci e quelli di servizio.

In relazione alla velocità commerciale dei singoli treni viaggiatori e misti appartenenti alla categoria grande velocità, e dei treni merci, categoria piccola velocità, nonchè al numero medio giornaliero dei convogli stessi ridotto alla percorrenza intera, si può determinare la media geometrica della velocità commerciale per tutti i convogli cioè il valore di v. A calcoli fatti si trovano i seguenti risultati:

Nord	$v = 46$
Est	» 30
Ovest	» 31, 3
Orleans	» 44, 4
Paris, Lyon, Mediterranée .	» 28
Midi	» 28, 6

Nel computo dei freni devesi peraltro tener conto della velocità di corsa dei convogli, la quale con molta approssimazione può ritenersi

di Km. 56 all'ora in media, per la Compagnia del Nord.
» 46 » » » » dell' Est.
» 46 » » » » dell'Ovest.
» 54 » » » » dell'Orleans.
» 40 » » » » Paris-Lyon-Mediterr.
» 40 » » » » del Medi.

Distinguiamo i diversi treni per riguardo alla velocità di corsa, in dieci

categorie, analogamente a quanto si pratica ad esempio sulla Rete Adriatica, a ciascuna delle quali si ammetta che corrisponda rispettivamente la velocità di corsa qui appresso indicata:

Categoria:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Vel. di corsa in Km. all'ora:	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25

In base a questa classificazione, ai convogli di ciascuna delle sei grandi Compagnie francesi considerate si potranno assegnare le categorie medie seguenti, tenendo conto tanto dei treni a grande velocità, quanto di quelli a piccola velocità:

Nord	categoria media dei treni	IV
Est	» » »	VI
Ovest	» » »	VI
Orleans	» » »	IV
Paris-Lyon-Mediterraneé .	» » »	VII
Midi	» » »	VII

Seguendo sempre le regole esistenti sulla Rete Adriatica, il computo dei freni vien fatto tenendo anche conto, oltre alla velocità di corsa, di un certo *grado* appositamente determinato in base al profilo delle linee che i treni debbono percorrere.

Ammesso mediamente il grado fra 2 e 3 si trova che per le ferrovie francesi in esame, astrazion fatta per l'Est, occorre un veicolo con freno attivo ogni m veicoli entranti nella composizione media dei convogli, secondo i seguenti valori di m:

Nord	$m = 5$
Ovest	» 6
Orleans	» 5
Paris-Lyon-Méditerranée . . .	» 8
Midi	» 8

ed in mancanza di altri dati converrà attenerci a questi valori medi.

Relativamente alle ferrovie dell'Est, sappiamo che la Rete vien suddivisa in 11 profili tipi sui quali hanno una prevalenza assoluta quelli distinti colle lettere A, B, C, D ed E, e per essi viene stabilito un veicolo con freno sopra ogni otto pei treni viaggiatori; un freno attivo sopra ogni dieci unità di carico pei treni misti; un freno attivo sopra ogni venti unità di carico pei treni merci. (Vedasi: *Livret de la marche des Trains-Service* 1897). Mediamente si può ammettere un veicolo frenato sopra dodici e sopra dieci.

Osservasi fin da ora che trattandosi di arrotondare il valore del termine $\left(\frac{n}{m} + p\right)$ per portarlo ad un numero intero, non è il caso di fermarci troppo a discutere sui valori di m bastandoci per essi una appros-

simazione anche larga. Quello che importa di stabilire è il *minimo* valore che può assumere m per determinare il massimo valore del rapporto $\frac{n}{m}$ che costituisce uno dei principali elementi della nostra formula generale. Così per le ferrovie dell'Est, il treno medio che si deve considerare essendo compreso fra gli express ed i merci, a noi basta conoscere che m non è certamente inferiore a dieci.

Il termine p della formula generale (1) è fisso e varia solo col variare della composizione media delle squadre da una all'altra amministrazione. I treni essendo generalmente scortati da un Capo conduttore e da un conduttore, p dovrebbe essere uguale a due, ma siccome nel computo dei freni viene considerato anche il bagagliaio che entra nella composizione media dei convogli, e che generalmente è munito di freno, così dal valore che nei singoli casi si ottiene pel termine:

$$\frac{n}{m} + p$$

dovremmo defalcare una unità, ciò che equivale ad ammettere, come si riterrà, $p = 1$.

Si è detto che T_k rappresenta il numero giornaliero medio dei treni-chilometri che si effettuano sopra una rete ferroviaria, e sarà facile determinarne il valore per le sei compagnie in esame bastando dividere per 365 i percorsi chilometrici di tutti i treni nell'anno, di cui al prospetto a pag. 174.

Si hanno dunque tutti gli elementi per l'applicazione della formula (1), elementi che si riassumono nel seguente quadro.

Indicazione delle Società	Valori di m	Percorso giornaliero medio dei treni T_k	Valori di T^2_k	Composizione media dei treni n	Velocità commerc. media dei treni v	Valori del fattore $\frac{n}{m} + p$ in cifre tonde
Nord	5	134 254	18 024 136 516	18	46	5
Est	10	105 253	11 078 194 009	18, 6	30	3
Ovest	6	113 192	12 812 428 864	15, 1	31, 3	4
Orleans	5	103 080	10 625 486 400	19, 1	44, 4	5
P. L. M. . . .	8	188 569	35 558 267 761	22	28	4
Midi	8	50 328	2 532 907 584	17, 1	28, 6	3

Se ora attribuiamo ai coefficienti α ed α_1 della formola (1) i valori:

$$\alpha = 0,002$$
$$\alpha_1 = 0,000\,000\,042$$

e se riteniamo per o il valore costante medio di otto ore lavorative effettive al giorno come si ha ad esempio sulla Rete Adriatica, l'espressione generale (1) diviene:

$$P_v = \left(\frac{n}{m} + 1\right) \left(0,002 + \frac{1}{8 \, . \, v} T_k - \frac{1}{10^9} 42 \, . \, T^2_k\right), \qquad (2)$$

la quale, applicata alle ferrovie francesi che si considerano, dà i risultati che figurano nel prospetto che segue, nel quale si sono altresi riportate le quantità effettive di personale viaggiante che le ferrovie stesse avevano in servizio nel 1892.

Indicazione delle Società	Valori di $\frac{n}{m}+1$	Valori di $\frac{1}{8 \, . \, v}$	Valori di $\left(\frac{n}{m}+1\right)\left(0,002 + \frac{1}{8 \, . \, v}\right)$	Valori di $\left(\frac{n}{m}+1\right)\left(0,002 + \frac{1}{8 \, . \, v}\right) T_k$	Valori di $\frac{42}{10^9} T^2 k$	Valori di P_v	Personale viaggiante effett.
Nord . .	5	0,00272	0,02360	3168	757	2411	2558
Est . . .	3	0,00417	0,01851	1948	465	1483	1517
Ovest .	4	0,00399	0,02396	2712	538	2174	2168
Orleans.	5	0,00282	0,02410	2484	446	2038	2037
P. L. M.	4	0,00446	0,02584	4872	1493	3379	3356
Midi . .	3	0,00437	0,01911	961	106	855	842

Come si vede la formula dà pei valori di P_v dei numeri che per le cinque Società: Est, Ovest, Orleans, P. L. M. e Midi non differiscono più dell'uno per cento sulle quantità effettive di personale viaggiante che le Società medesime tennero in servizio nel 1892, giusta i dati della statistica già ricordata, ed a noi sembra che una maggiore approssimazione non potrebbe pretendersi da una formula abbastanza semplice, nella trattazione di una materia assai difficile a sottoporsi a calcolo.

Per la Compagnia del Nord, la differenza raggiunge il 6 $^0/_0$ che oltre ad essere ammissibile, perchè sufficientemente limitata, può facilmente spiegarsi osservando che il valore di 0 potrebbe essere in realtà di qualche poco inferiore alle 8 ore e che effettivamente il valore di v, determinato in base alle velocità medie, può essere alquanto inferiore per una maggiore limitazione dei treni rapidi, aventi la massima velocità di 82 Km. all'ora, di quella risultante da una media. Basta infatti una lieve modificazione dei valori di 0 e di v per fare aumentare un poco il termine:

$$\left(\frac{n}{m} + 1\right) \left(0,002 + \frac{1}{0 \, . \, v}\right)$$

e con esso il valore di P_v in modo da raggiungere la cifra esatta.

Rimane adunque dimostrato che per le sei Compagnie francesi la formola (1), che pei valori assegnati ad α e α_1 assume la forma:

$$P_v = \left(\frac{n}{m} + 1\right) \left(0,002 + \frac{1}{8 \,.\, v}\right) T_k - \frac{42}{10^9} T^2{}_k \qquad (2)$$

dà risultati attendibili.

E siccome le condizioni d'esercizio di queste Reti sono ben diverse fra loro, la formula stabilita per il fatto di adattarsi assai bene alle ferrovie medesime e, come vedremo in seguito, anche alla Rete Adriatica, acquista un carattere generale che induce fin da ora a ritenerla applicabile a qualsivoglia Rete ferroviaria, quando non concorrono circostanze specialissime di esercizio, e sempre entro certi limiti di approssimazione.

Disgraziatamente non si sono potute consultare statistiche dettagliate di altre Società ferroviarie per meglio stabilire l'approssimazione che la formula determinata può dare, vedremo però in seguito che applicando la espressione ridotta che si deduce dalla (2) e quelle altre che ci serviranno pel calcolo del personale di stazione e degli uffici, si ottengono per diverse altre Reti ferroviarie, in disparate condizioni di traffico, risultati sufficientemente approssimati e tali da confermare il carattere generale della nostra espressione.

È chiaro che questa formula si presta non solamente alla determinazione della quantità di personale viaggiante che occorre per l'esercizio di una intera Rete ferroviaria, ma ben anche per determinare la ripartizione del personale medesimo fra i diversi *Centri* che sogliono stabilire nelle grandi Reti, in relazione al traffico che si svolge sulle linee che tali *Centri* di personale debbono servire.

Anche per tale importante determinazione la formula (2) potrebbe essere utilmente impiegata.

Applicazione della formola (2) alla Rete Adriatica. — Applichiamo la formola (2) alla Rete Adriatica.

Per questa Amministrazione si possono rilevare dati statistici particolareggiati relativamente al personale, dalle risposte al questionario della Commissione d'inchiesta sui ritardi dei treni ferroviari, nominato con Decreto Ministeriale 5 Novembre 1887.

Bisogna perciò riportarsi all'esercizio dell'anno 1887. Al 1.° Gennaio 1888 l'Adriatica contava:

Controllori	N.	41
Capi conduttori principali	»	15
Capi conduttori	»	350
Conduttori	»	466
Guardie ai freni	»	305
Capi frenatori	»	9
Frenatori	»	550
Totale . .	N.	1736

individui appartenenti alla categoria del personale viaggiante.

Nell'esercizio considerato si effettuarono 20 948 649 treni-chilometro, compresi quelli materiali, con una media giornaliera di $T_k = 57\,393,0$ treni-chilometro.

La composizione media di tutti i convogli risultò di veicoli 18, 1 tenuto conto anche di quelli di altre Amministrazioni che circolarono sulla R. A.

In quanto alla velocità commerciale media di tutti i treni, possiamo ritenere che nel 1887 sia stata fra 20 e 25 chilometri all'ora.

Se difatti consultiamo l'orario di alcune linee si hanno i seguenti risultati:

INDICAZIONE DELLE LINEE	TRENI VIAGGIATORI E MISTI		TRENI MERCI ORDINARI		TRENI DI OGNI CATEGORIA	
	Numero giornaliero	Velocità commerc.e media in Km. all'ora	Numero giornaliero	Velocità commerc.e media in Km. all'ora	Numero giornaliero totale	Velocità commerc.e media in Km. all'ora
Milano-Verona. . . .	10	34, 25	6	13, 40	16	26, 43
Milano-Lecco	12	28, 00	2	9, 04	14	25, 2
Piacenza-Bologna . .	10	36, 00	8	15, 86	18	27, —
Bologna-Pistoja . . .	10	25, 10	11	11, 69	—	18, —
Bologna-Padova . . .	8	33, 69	6	12, 79	14	26, 08
Bologna-Ancona . .	10	27, 94	4	11, 34	14	23, 19
Firenze-Roma	6	34, 87	4	17, 85	10	28, —
Verona-Venezia . . .	10	32, 20	6	11, 08	16	24, 28
Venezia-Udine	12	31, 64	4	11, 60	16	26, 57
Verona-Rovigo . . .	8	26, 4	2	10, 17	10	23, 15

Se ora si considera: 1.° che ad eccezione della linea Bologna-Pistoia, tutte le altre sono pianeggianti e che quindi permettono una velocità discreta rispetto a molte altre linee della Rete Adriatica; 2.°, che sulle linee esaminate, eccezione fatta per la Verona-Rovigo, corrono diversi treni diretti che influiscono notevolmente nell'aumentare la velocità media commerciale di tutti i treni; 3.° che non si è tenuto conto dei treni merci facoltativi che giornalmente si effettuano; si comprende facilmente che nel complesso di tutte le linee della Rete e di tutti i convogli, la velocità media reale è assai al disotto delle cifre esposte nello specchietto qui sopra.

Tale velocità è quindi da ritenersi, come si è già accennato, fra 20 e 25 Chilometri all'ora, e più prossima a 20 che a 25.

Ritenuto inoltre che pel computo dei freni possa ammettersi mediamente la categoria VIII ed il grado 3, per modo che nella composizione media di tutti i treni si sia avuto un veicolo con freno attivo sopra 7, sarà $m = 7$.

Riassumendo:

$T_k = 57393;$
$T^2_k = 3\,293\,956\,449\,;$
$n = 18,1;$
$m = 7\,;$
$o = 8;$
$v = 20$ e $v = 25.$

Osserviamo fin da ora che l'ipotesi fatta sulla categoria e grado medio pel computo dei freni, viene confermata dai resultati dei calcoli che ripeteremo a suo tempo per l'Esercizio 1896.

Applicando i suindicati valori alla formula 2) si trova:
per $v = 20$ Km. all'ora:

$$P_v = \left(\frac{18,1}{7} + 1\right)\left(0,002 + \frac{1}{8 \times 20}\right) 57393 - \frac{42}{10^9} \times 329\,395\,6449$$

e risolvendo, tenuto presente che il fattore $\left(\frac{18,1}{7} + 1\right)$ acquista per l'arrotondamento il valore intero 4:

$$P_v = 1755.$$

Questo resultato non differisce che di soli 19 individui in più sulla quantità effettiva del personale viaggiante che la Rete Adriatica aveva in servizio al 1.° Gennaio 1888. Tale differenza è trascurabile:
per $v = 25$ Km.:

$$P_v = \left(\frac{18,1}{7} + 1\right)\left(0,002 + \frac{1}{8 \times 25}\right) 57393 - \frac{42}{10^9}\, 329\,395\,6449$$

e risolvendo, fermo restando il valore intero di 4 pel fattore $\frac{18,1}{7} + 1$, troviamo:

$$P_v = 1497$$

in luogo dei 1736 Agenti effettivamente in servizio all'epoca sovraccennata e che qui riteniamo valga per l'anno d'esercizio che si considera (1887).

Ferma l'osservazione fatta sul valore di v, da questi resultati potrebbe anche dedursi che per l'esercizio del 1887 la Rete Adriatica si trovava in condizioni simili a quelle delle sei principali Reti francesi già esaminate, rispetto alla quantità del personale viaggiante tenuto in servizio.

Formula ridotta. — Considerando nel complesso le sei grandi Società francesi finora esaminate, si trova che la formula generale (2) può essere ridotta alla forma semplicissima.

$$P_v = A\, T_k - B\, T^2_k \tag{3}$$

Difatti, assumendo pel coefficente A la media geometrica dei valori del termine $\left(\frac{n}{m} + 1\right)\left(0,002 + \frac{1}{8 \cdot v}\right)$ per le singole Amministrazioni, per T_k la somma dei treni-chilometri effettuati dalle Società medesime, e lo stesso facendo per T^2_k fermo restando il coefficiente $\alpha_1 = 0,000\,000\,042$, troviamo:

$$P_v = 0,0234\, \Sigma\, T_k - \frac{42}{10^9}\, \Sigma\, T^2_k \tag{4}$$

e sostituendo alle Σ i loro valori:

$$\Sigma T_k = 694676 ; \qquad \Sigma T^2_k = 9.631.421.134$$

si ha:

$$P_v = 12447$$

di fronte ai 12478 agenti che si avevano effettivamente in servizio nel 1892.

Ora per ridurre l'espressione (4) alla forma (3) basterà determinare B in modo che:

$$B = \frac{42}{10^9} \cdot \frac{\Sigma T^2_k}{(\Sigma T_k)^2}$$

dalla quale si ottiene:

$$B = \frac{42}{10^9} \cdot \frac{90\,631\,421\,134}{694\,676^2} = 0,000\,000\,007\,887.$$

Avremo dunque:

$$P_v = 0,0234\, T_k - \frac{79}{10^{10}}\, T^2_k \qquad (5)$$

Di questa formula ridotta ci serviremo in seguito per estendere il nostro studio anche alle Amministrazioni delle quali non si conoscono che dati statistici riassuntivi, esame questo che servirà a confermare maggiormente la sufficiente approssimazione che può ottenersi colla formula generale dalla quale si è ricavata la formula ridotta:

$$P_v = 0,0234\, T_k - \frac{79}{10^{10}}\, T^2_k \qquad (5)$$

§ 2 *Personale di Stazione.* — Assai più complessa e difficile è la ricerca di una espressione che serva a determinare il personale di stazione occorrente nell'esercizio di una Rete ferroviaria sulla quale si svolge un certo traffico, numerosi e troppo disparati essendo gli elementi che vi influiscono.

Basta accennare alle diverse condizioni di traffico che possono verificarsi sulle linee di una stessa Rete, alle diversità degli impianti delle stazioni, al numero delle stazioni stesse, ecc., per comprendere tale difficoltà.

Uno studio dettagliato della questione non potrebbe eseguirsi che prendendo ad esaminare linea per linea, e stabilire per ciascuna di esse la condizione nelle quali si trova rispetto alle altre, studio che non è possibile di eseguire colla scorta delle pubblicazioni statistiche e che d'altronde non servirebbe allo scopo che ci siamo prefissi.

Ciò premesso, è da osservarsi in primo luogo che fino ad un certo traffico, il personale delle stazioni si mantiene indipendente da questo impor-

tantissimo elemento. Ed invero se per fissare le idee consideriamo una linea sulla quale il personale di tutte le stazioni sia commisurato ai bisogni richiesti dal servizio di un treno ipotetico misto, al quale in ultima analisi si riportano le nostre ricerche, ed assegniamo agli Impiegati ed Agenti un orario medio giornaliero di 0_1 ore, lo stesso personale che occorrerebbe per un solo treno sarebbe anche sufficiente per disimpegnare il servizio di tanti convogli simili quanti potrebbero effettuarsene in quelle 0_1 ore. Ne consegue che la formula che si ricerca dovrà contenere un termine indipendente dal traffico e proporzionale allo sviluppo chilometrico delle linee, termine che sarà della forma $\beta \times K$; β essendo il coefficiente di proporzionalità e K la lunghezza delle linee componenti una rete ferroviaria. Questo prodotto starebbe quindi a rappresentarci il quantitativo minimo di personale che necessita per l'esercizio di una ferrovia.

Col crescere del traffico oltre un certo limite minimo, aumenta in proporzione il personale. Si noti ancora una volta che il traffico stesso deve ritenersi proporzionale al numero dei convogli che si effettuano giornalmente ed alla loro composizione.

Dato un certo numero di Agenti di ogni specie proporzionato al massimo traffico a cui possono accudire entro l'orario prestabilito, se tutto il movimento dei convogli potesse effettuarsi entro le 0_1 ore di lavoro ad essi assegnate, quel personale sarebbe intensamente utilizzato, ma è evidente che non appena un treno venga a cadere fuori delle 0_1 ore, ecco che una parte almeno del personale di stazione deve essere aumentata. Si vede adunque l'influenza che può esercitare sul numero del personale che ci occupa, la velocità dei convogli.

D'altra parte, la velocità commerciale di un convoglio contenendo implicitamente le soste che esso deve fare durante il viaggio, è in certo modo funzione del numero delle stazioni e dell'importanza loro per le operazioni che il convoglio deve in esse eseguire e tiene anche conto delle difficoltà d'esercizio di una linea; tutte circostanze queste che hanno stretto rapporto col personale di cui ci occupiamo.

Se si pensa inoltre che il trasporto delle merci richiede un numero di Agenti diverso da quello dei viaggiatori, è ovvio che devesi considerare non solo la composizione media dei convogli ma ben'anche il numero dei vagoni merci in confronto a quello delle carrozze per viaggiatori che entrano nella composizione medesima.

Tenute presenti queste considerazioni, si vede che la formula generale deve contenere un secondo termine della forma:

$$\beta_1 \frac{N\,K}{v} \cdot n \cdot \frac{c_g}{c_m}$$

nella quale:

N, rappresenta il numero giornaliero dei treni percorrenti l'intera linea di lunghezza K chilometri, e quindi il prodotto N K non è altro che il numero dei treni-chilometro che si effettua al giorno:

$$N\,K = T_k .$$

v, la velocità commerciale media dei convogli:
n, la composizione media di tutti i treni;
c_g, il numero dei veicoli che entrano nella composizione media dei treni a grande velocità, viaggiatori e misti.
c_m, il numero dei veicoli che entrano nella composizione media dei treni-merci o a piccola velocità.
β_1, il coefficiente di proporzionalità.

L'aumento del numero dei convogli, offre una maggior copia di mezzi di trasporto e la possibilità di meglio suddividere e regolare il lavoro per le operazioni che si debbono compiere nelle strazioni. E ciò conduce ad utilizzare più convenientemente il personale e ad evitare quelle agglomerazioni di Agenti che si verificano quando sia necessario disimpegnare un servizio pesante a lunghi intervalli.

Se O_1 è l'orario del personale di stazione e se la quantità di questo è adeguata alle operazioni inerenti ad un treno ipotetico che serve per un determinato traffico, tanto vale, rispetto al numero degli Agenti, effettuare ad esempio un solo treno che effettuarne tanti quanti possono starcene nell'orario prestabilito pel personale di stazione.

Nel primo caso si verificherebbero lunghi intervalli di inoperosità che vanno invece diminuendo coll'aumentare fino ad un certo limite, del numero dei treni, ovverosia del traffico. Dunque, fino ad un certo limite, il traffico è suscettibile di un aumento senza richiedere un corrispondente maggior numero di personale, la cui opera verrà soltanto più intensamente impiegata. Oltre quel limite, necessiterà un maggior numero di Agenti, ma di nuovo essi potranno far fronte ad un ulteriore aumento di traffico fino al limite delle nuove forze accresciute il cui prodotto andrebbe altrimenti ed in parte perduto; e così via dicendo.

Queste complesse economie di personale strettamente inerenti alla sua migliore utilizzazione che sempre più si ottiene col crescere del traffico portano ad includere nella espressione generale che si cerca, un terzo ed ultimo termine della forma:

$$-\beta_2 \cdot \frac{T_k}{v} \cdot n^2 \cdot \left(\frac{c_g}{c_m}\right)^2 \frac{n_g}{n_m} .$$

Oltre ai coefficienti dei quali già conosciamo il significato, entra in esso anche il fattore $\frac{n_g}{n_m}$ che rappresenta il rapporto fra i treni della categoria grande velocità (viaggiatori e misti) e quelli della piccola velocità (merci e materiali), rapporto che influisce esso pure in una certa misura sulla migliore uilizzazione di una parte almeno di personale.

Naturalmente la quantità di Agenti che si desume dai primi due termini, dipende anche dall'orario di servizio ed anzi è ad esso inversamente proporzionale. Crescendo O_1 il personale diminuisce a parità di tutte le altre condizioni, quindi deve anche diminuire l'economia che su di esso può otte-

nersi, conseguentemente tutti i termini della espressione che vuolsi stabilire dovranno contenere il fattore comune $\frac{1}{0_1}$.

L'espressione generale atta a determinare la quantità d'Impiegati ed Agenti di ogni categoria da adibirsi al servizio delle Stazioni di una Rete ferroviaria per corrispondere ad un determinato traffico, sarebbe dunque:

$$P_s = \frac{\beta}{0_1} K + \frac{T_k}{v \cdot 0_1} \beta_1 n \frac{c_g}{c_m} - \beta_2 \frac{T_k}{0_1 v} n^2 \left(\frac{c_g}{c_m} \right)^2 \frac{n_g}{n_m}$$

ovvero:

$$P_s = \frac{\beta}{0_1} K + \frac{T_k}{0_1 v} n \frac{c_g}{c_m} \left(\beta_1 - n \frac{c_g}{c_m} \cdot \frac{n_g}{n_m} \cdot \beta_2 \right) \qquad (6)$$

Ora, se prendiamo a considerare le sei grandi Compagnie Francesi più volte citate, noi troviamo che la formula (6) dà per P_s dei valori sufficientemente approssimati alla quantità effettiva di personale di stazione che ciascuna Compagnia aveva in servizio al Dicembre 1892, quando si assumano pei coefficienti β, β_1, β_2 i seguenti valori:

$$\beta' = 10; \qquad \beta_1' = 8 \qquad \beta'_2 = 0,39$$

e si faccia $0_1 = 10$ valore medio che si verificò ad esempio per la Rete Adriatica nell'esercizio 1887 come rilevasi dalle « *Risposte al questionario della Commissione d'inchiesta sui ritardi dei treni ferroviari* » già citate.

Ponendo mente alle diverse condizioni d'esercizio delle 6 Reti francesi, questo fatto dimostra di per sè stesso l'attendibilità della formula 6) non solo, ma induce fin da ora a far ritenere che essa abbia un carattere generale come meglio vedremo in seguito.

Essendo 0_1 costante, potremo includerlo senz'altro nei coefficienti β', β_1' e β_2', cosicchè avendosi:

$$\frac{\beta}{0_1} = \frac{\beta'}{0'} = \frac{10}{10} = 1; \qquad \frac{\beta_1}{0_1} = \frac{\beta'_1}{0_1} = \frac{8}{10} = 0,8;$$

$$\frac{\beta_2}{0_1} = \frac{\beta_2'}{0_1} = \frac{0,39}{10} = 0,039$$

la formola (6) che serve alla determinazione del personale di stazione, si semplifica come segue:

$$P_s = K + \frac{T_k}{v} n \cdot \frac{c_g}{c_m} \left(0,8 - 0,039 \cdot n \frac{c_g}{c_m} \cdot \frac{n_g}{n_m} \right) \qquad (7)$$

Applicando questa espressione (7) alle sei grandi Compagnie francesi i

cui dati statistici vengono raccolti nel seguente prospetto, si ottengono i risultati di cui all'ultima colonna del prospetto medesimo:

INDICAZIONE delle SOCIETÀ	Lunghezza media esercitata	Percorso giornaliero dei treni	Composizione media dei treni	Velocità commerciale media dei treni	Composizione media dei treni a g. v.	Composizione media dei treni a p. v.	Num.º medio dei treni per giorno a distanza intera: Treni a g. v.	Num.º medio dei treni per giorno a distanza intera: Treni a p. v.	Personale di stazione effettivamente in servizio	Personale di stazione dedotto dalla formula (7)
	K	T_k	n	v	c_g	c_m	n_g	n_m		P_s
Nord . .	3612	134254	18,0	46,0	8,5	31,4	21,5	15,6	9970	11271
Est . . .	4560	105253	18,6	30,0	9,5	34,9	14,8	8,2	12246	12440
Ovest.	5172	113192	15,1	31,3	10,1	24,2	14,1	7,7	13110	13150
Orleans	6375	103080	19,1	44,4	11,3	39,3	11,6	4,5	9618	9536
P. L. M.	8529	188569	22,0	28,0	10,8	39,8	13,5	8,5	26145	25865
Midi . .	3037	50328	17,1	28,6	9,6	32,6	11,1	5,4	7068	6551

Sui resultati ottenuti pei valori di P_s è da osservarsi in primo luogo, la buona concordanza che si riscontra col numero del personale effettivo di stazione, per le Società dell'Est, dell'Ovest, dell'Orleans e della Paris-Lyon-Mediterranée verificandosi appena una differenza dell'uno per cento circa in più od in meno. Per le ferrovie del Midi questa differenza raggiunge il 7 % circa in meno sul numero effettivo che si aveva in servizio al 31 Dicembre 1892, approssimazione che a noi sembra sufficiente in questo genere di determinazione così difficile da sottoporsi a calcolo.

Per il Nord si ha invece una differenza in più pari al 12 % circa del numero di agenti portato dalle statistiche, ma tale differenza viene a scomparire, come vedremo, quando si consideri il personale degli Uffici che si rileva dalla Statistica e che rispetto alle altre Amministrazioni risulta eccessivo. Ciò induce a ritenere che una parte dei lavori che dalle altre Società viene affidata alle stazioni, sulla Rete del Nord venga invece eseguita negli Uffici e che da ciò derivino appunto le divergenze riscontrate.

Comunque, ripetiamo che la formula determinata dà risultati abbastanza soddisfacenti e che in vista delle difficoltà che si presentano per stabilirla, ci sembra che si presti assai bene al genere di determinazione che ci occupa.

Applicazioni della formula (7) *alla Rete Adriatica.* — Vediamo subito quali resultati si ottengono coll'applicazione della formula (7) alla Rete Adriatica per l'esercizio dell'anno 1887.

Dalle statistiche rileviamo i seguenti dati:

$$T_k = 57393 \; ; \quad n = 18,1 \; ;$$
$$K = 4799 \; ; \quad c_g = 7,794 \; ; \quad c_m = 42,187$$
$$n_g = 8,345 \; ; \quad n_m = 3,613.$$

Assegnando a v il valore già stabilito di 20 Km. all'ora, la (7) diviene:

$$P_g = 1 \times 4799 + \frac{57393}{20} \times 18,1 \times \frac{7,794}{42,187} \left(0,8 - 0,039 \times 18,1 \frac{7,794}{42,187} \times \frac{8,345}{3,613}\right)$$

ossia:

$$P_s = 4799 + \frac{57393}{20} \times 18,1 \times 0,185 \, (0,8 - 0,039 \times 18,1 \times 0,185 \times 2,309)$$

e risolvendo si ottiene infine:

$$P_s = 9589$$

in luogo dei 9602 fra Impiegati ed Agenti che dallo allegato 7° alle risposte al questionario della Commissione d'inchiesta sui ritardi dei treni, altra volta citate, risultavano in servizio alle stazioni al 1.° Gennaio. 1888.

Anche pel personale di Stazione si riscontra adunque una meravigliosa concordanza fra i risultati della formula e le cifre statistiche:

Per $v = 25$, risulta:

$$P_c = 4799 + \frac{57393}{25} \times 18,1 \times \frac{7,794}{42,187} \left(0,8 - 0,039 \times 18,1 \times \frac{7,794}{42,187} \times \frac{8,345}{3,613}\right)$$

e risolvendo:

$$P_s = 8631$$

ciò che indicherebbe un'approssimazione del 12 per % circa data dalla formula ovvero una esuberanza nel personale di stazione che si aveva effettivamente in servizio.

Richiamiamo peraltro l'osservazione già fatta sui valori di v quando si trattava del personale viaggiante.

20 Dicembre, 1896.

(Continua).

DI ALCUNI IMPIANTI

PER IL TRASPORTO DELL'ENERGIA ELETTRICA

(Vedi pag. 124 e le tav. 1, 2, 11, 12, 13, 14, 15 e 16).

L'IMPIANTO IDROELETTRICO DI PADERNO.

(Continuazione)

Turbine e dinamo. — L'Ing. Paolo Milani in un precedente capitolo (pag. 127) ha descritto l'edificio dei motori e delle dinamo per quanto aveva riferimento alla costruzione. Rimane ora a dire delle turbine e delle dinamo in sè stesse e nel loro modo di impianto.

Ed anzitutto può essere opportuno di richiamare le modalità per le quali si addivenne alla scelta del tipo adottato per le turbine ed alla allogazione del lavoro, attesa l'importanza grande della fornitura e le incertezze che ancora circondano il problema dal punto di vista tecnico. Per ricordare tale fase del lavoro ricordiamo il programma di concorso e riassumiamo volontieri il rapporto, che fu presentato alla Società Edison il 26 giugno 1896, portante la firma degli Ingegneri G. Enrico, G. Ponzio e C. Saldini e col quale venne chiuso il concorso internazionale indetto il 12 marzo dello stesso anno.

PROGRAMMA DI CONCORSO

PER UN PROGETTO D'IMPIANTO DI TURBINE A PADERNO D'ADDA.

1. — Fra alcune delle principali Case costruttrici di turbine è indetto un Concorso di primo grado per un progetto di carattere puramente tecnico, e quale preparazione ad un secondo Concorso che si terrà eventualmente in seguito per l'allogazione di tutta la fornitura riferentisi all'impianto meccanico-idraulico di Paderno.

2. — Il progetto, oltre a dare una chiara idea dell'insieme dell'impianto, dovrà contenere tutti quei dettagli costruttivi delle turbine e degli accessori che sono necessari ad una perfetta intelligenza delle soluzioni proposte, e dovrà perciò essere corredato da tutti i relativi disegni.

3. — Ai signori concorrenti vengono comunicati, insieme al presente programma, i seguenti disegni:

a) Una planimetria quotata della località in cui l'impianto deve sorgere;

b) Una sezione longitudinale del bacino d'arrivo e della detta località coi differenti livelli dei canali di presa e di scarico.

In ambedue questi disegni è rappresentato schematicamente l'edificio di presa d'acqua per le turbine. Con ciò non si intende di vincolare menomamente i progettisti a cui è lasciata piena libertà su questo punto.

4. — Le condizioni idrauliche da considerare per l'impianto sono le seguenti:

Portata di massima magra Mc. 30 al 1''.

Caduta netta da utilizzare M. 29.

Si desidera però che l'impianto sia studiato in modo da rendere possibile la utilizzazione di un'eccedenza d'acqua fino ad una portata totale di almeno metri cubi 45 al 1''.

5. — Si indicano come norme le condizioni e le disposizioni meccaniche seguenti:

a) L'adozione di unità generatrici della potenza di 2000 cav. effettivi circa. L'impianto completo dovrà quindi comportare otto turbine (1) (delle quali due serviranno come riserva);

b) L'adozione del tipo di turbina ad asse orizzontale dotata di velocità che può essere compresa fra 160 e 200 giri, e destinata all'attacco diretto cogli alternatori;

Però se qualcuno dei signori concorrenti ritenesse di potere dimostrare con ragioni d'indole teorica o con dati di pratica la convenienza del tipo di turbina ad asse verticale, gli è concessa piena facoltà di presentare il suo progetto coll'adozione di questo tipo;

c) Ciascuna turbina sarà provvista di uno speciale regolatore di velocità rispondente alle condizioni seguenti:

di non permettere variazioni di velocità maggiori del 2 % durante la marcia normale:

di non permettere variazioni di velocità maggiori del 4 % per variazioni di carico del 25 %.

d) Il rendimento della turbina dovrà mantenersi soddisfacente in qualunque condizione di carico e di stato d'acqua. I signori concorrenti indicheranno con chiarezza i metodi che intendono eventualmente impiegare all'uopo;

e) L'impianto completo dovrà rispondere alla condizione della massima accessibilità di ogni organo anche durante la marcia e della facile smontatura e ricambio dei pezzi maggiormente logorabili, tenendo presente che nel locale verrà impiantata una grue a ponte scorrevole;

f) Dovendo le turbine comandare per attacco diretto le dinamo, dovranno i signori concorrenti studiare quelle disposizioni necessarie a salvaguardare in modo assoluto le dinamo da eventuali proiezioni d'acqua;

g) Nel progetto sarà descritto il metodo di lubrificazione delle parti in moto il quale dovrà al bisogno essere capace anche d'un sovraccesso di lubrificazione;

h) Per il comando delle dinamo destinate all'eccitazione, all'illuminazione ed ai piccoli servizi della stazione generatrice si dovranno impiantare almeno tre apposite turbine da 150 cav. l'una; (2)

(1) Nel fatto vennero ridotte a sette.

(2) Le eccitatrici vennero invece montate sull'asse stesso delle dinamo generatrici portando l'unità di forza da 2000 cavalli effettivi a 2160 per ciascuna turbina.

h) Il pavimento del locale della stazione generatrice dovrà essere collocato ad un livello di almeno un metro sopra il livello di massima piena.

6. — I signori concorrenti presenteranno i disegni generali d'impianto in scala di $^1/_{50}$ ed i disegni di dettaglio delle turbine in scala di almeno $^1/_{10}$.

I progetti non abbastanza dettagliati o non sufficientemente corredati da disegni sulle scale suesposte non saranno ammessi al Concorso.

7. — Insieme al progetto, o anche precedentemente, i signori concorrenti invieranno le descrizioni ed i disegni degli impianti analoghi già eseguiti ed eventualmente i permessi per poterli visitare.

8. — I progetti presentati saranno giudicati da appposita Commissione tecnica. A ciascuno dei primi quattro progetti, *giudicati come meglio rispondenti alle condizioni dell'impianto in discorso*, verrà assegnata la somma di L. 4000 a titolo di risarcimento delle spese di studio.

9. — I quattro progetti scelti saranno di proprietà della Società Generale Italiana Edison di Elettricità, la quale si riserva di indire un secondo Concorso definitivo per l'allogazione dell'opera, ammettendovi, in tale caso le sole Ditte riuscite vincitrici nel concorso di 1.° grado.

10.° — I progetti dovranno essere presentati alla Sede della Società non dopo il 31 maggio 1896.

SUNTO DEL RAPPORTO SUL CONCORSO.

Presero effettivamente parte al Concorso e inviarono in tempo utile i loro progetti le ditte: Escher Wyss e C. Zurigo, Ganz e C. di Buda-Pest, Golzern Maschinenfabrik di Golzern, Piccard e Pictet di Ginevra, Riva Monneret e C. di Milano, Singrün Frères di Epinal.

A giudicare sul merito dei progetti presentati, venne chiamata una Commissione composta, come s'è detto addietro, dei signori Ingegneri: Saldini, Ponzio, Enrico.

L'incarico dato a questa Commissione era di riscontrare anzitutto se i progetti presentati rispondevano o meno alle condizioni espresse nel programma: in secondo luogo di indicare quali progetti, e per quali ragioni, fossero meritevoli del risarcimento delle spese di studio a sensi del Programma di Concorso, ed eventualmente a quale Ditta sarebbesi successivamente potuta allogare l'opera.

Quasi tutti i progetti presentati furono trovati un po'deficienti nei dettagli e nel numero dei disegni tanto che due dei concorrenti (Singrün e la Golzern) non poterono nemmeno essere ammessi al Concorso.

Siccome il programma di concorso, pure accennando alla preferenza da darsi, nel caso di Paderno, alle turbine ad asse orizzontale, lasciava libera ai concorrenti la scelta fra il tipo orizzontale ed il verticale, e siccome fra i progetti presentati alcuni erano ad asse verticale, la Commissione credette di dovere risolvere la questione in modo affatto generale, prima di passare all'esame particolareggiato dei progetti.

La discussione si svolse sopra i punti seguenti: semplicità degli organi — montatura, smontatura facile e accessibilità delle diverse parti anche durante il movimento — sicurezza contro possibili proiezioni d'acqua.

La Commissione fu unanime nel riconoscere alla turbina con asse orizzontale la superiorità per quanto riguarda la prima fra queste condizioni.

Infatti l'asse orizzontale, specialmente colla adozione delle ruote gemelle le quali annullano le possibili spinte assiali, viene a rendere la turbina assai sem-

plice. I sopporti sono del tipo ordinario e nel caso dell'attacco diretto non sostengono che il peso della parte in moto. Sono quindi esclusi tutti i perni di spinta o se non esclusi, come pel caso dell'adozione di una ruota unica, almeno ridotti ad organi di minor importanza dovendo equilibrare la sola spinta dell'acqua.

Nel tipo ad asse verticale vi è invece la complicazione del dover sopportare oltre la spinta dell'acqua anche tutto il peso delle parti mobili della turbina e della dinamo e l'albero verticale; e quantunque vi sieno artifizi diversi per neutralizzare queste spinte per mezzo della pressione stessa dell'acqua o per mezzo di olio in pressione, la disposizione che ne risulta riesce alquanto complessa e richiede nell'esercizio pratico cure minuziose di manutenzione.

Per quanto riguarda poi la facilità di smontatura e l'accessibilità, non v'è bisogno di molte parole per giudicare fra i due tipi.

In quello ad asse verticale tutta la turbina si trova quasi al livello d'acqua se non anche nell'acqua stessa, nei casi di piena, come in alcuni progetti, e necessariamente separata dalla sala delle dinamo da una solida costruzione muraria, tutti gli organi principali in moto si trovano quindi in un ambiente relativamente angusto, dove la sorveglianza non può essere molto attiva e dove non giungono i ganci delle grue a ponte situate nella sala superiore. E questo è tanto più incomodo in quanto che gli organi delle turbine ad asse verticale sono più ingombranti e di maggior peso. In tali condizioni la smontatura diventa una operazione difficile, che si cercherà quindi di fare il meno sovente possibile. Quanto poi alla accessibilità in marcia è molto difficile ideare un tipo in cui tutti i cuscinetti, sia d'appoggio che di guida, sieno in vista.

Nel tipo ad asse orizzontale abbiamo invece tutta la macchina in un locale chiaro ed asciutto, e tutte le parti sono a portata delle grue. Si può facilmente ideare una forma di turbina in cui tutti i sopporti sieno esterni e alla portata della mano del macchinista, in cui tutto sia visibile, controllabile durante la marcia. Lo smontare una tale macchina diventa allora una operazione della massima praticità.

Contro il tipo ad asse orizzontale vennero però sollevate alcune obbiezioni. Anzitutto fu ricordato l'inconveniente portato dal condensarsi dell'umidità atmosferica per effetto del raffreddamento del locale, causato dall'acqua che scorre nei tubi e nella camera delle turbine. Questo inconveniente si teme possa essere di qualche gravità per le dinamo e i quadri, specie se ad alta tensione.

Si può osservare per contro che se le turbine producono un raffreddamento, le dinamo tendono invece a riscaldare l'ambiente, per modo che la condensazione avverrà di preferenza sulle turbine stesse e non sulle dinamo e sui quadri che saranno certo ad una temperatura più elevata.

In un gruppo generatore ad asse orizzontale si può osservare che tutto il peso è distribuito sui sopporti e non controbilanciabile come nel caso dell'asse verticale; però questi sopporti possono essere fatti quanto si vuole lunghi e se ne può curare nel miglior modo la lubrificazione. Inoltre può nascere il timore che pel logorarsi dei cuscini possa divenire asimmetrico l'intraferro della dinamo; ma con una buona costruzione ed una accurata manutenzione questo pericolo può essere interamente ovviato.

Una obiezione più importante fu sollevata sui pericoli che possono nascere dall'esservi, nella sala stessa delle dinamo, dei tubi e delle casse di turbine, contenenti l'acqua sotto pressione. Una rottura, che permettesse all'intera portata di una turbina di riversarsi nella sala, innonderebbe in pochi istanti tutto il locale.

Molto fu discusso sulla possibilità di un tale evento, e si concluse, specialmente considerando che in questo caso la pressione dell'acqua non supera le 3 atmosfere, e che i colpi d'ariete non possono essere per la proporzione della condotta molto gravi, che una accurata fabbricazione dei tubi e delle casse potrà eliminare questo pericolo.

In ogni modo, per maggiore sicurezza, sarà bene mantenere la tubazione di arrivo sotto il pavimento; sopra questo non porre che la cassa della turbina e adottare una disposizione di sicurezza contro i colpi d'ariete.

Fra i progetti ammessi al concorso, quello presentato con maggior studio di dettagli, è il progetto della Casa Riva, Monneret & C. di Milano.

Nella disposizione generale del bacino di presa questo progetto poco si scosta dal disegno che accompagna il programma, e cioè porta le saracinesche di chiusura cilindriche eccentriche e la medesima disposizione delle camere di presa.

I tubi adduttori vengono però ridotti a sei; quattro per le turbine principali e due per le eccitatrici. Questa riduzione, consigliata da concetti di economia e semplicità, viene però a legare fra di loro due a due i gruppi generatori; un guasto una perdita in uno dei tubi viene a metter fuori servizio un quarto della stazione. Così quando sia necessario ripulire o riverniciare internamente un tubo, si è obbligati a marciare senza riserva.

Una valvola a farfalla è stata introdotta in ciascuna diramazione di tubo verso le turbine, allo scopo di permettere la riparazione di una di esse durante il funzionamento dell'altra; ma non si può confidare molto nella tenuta perfetta di una valvola a farfalla di tali dimensioni sotto la pressione di circa 3 atmosfere; quindi molto probabilmente il lavoro di riparazione verrebbe disturbato da spruzzi e vibrazioni.

Tutto considerato, la Commissione si pronuncia quindi contraria a questa disposizione, preferendo l'adozione di un tubo, a presa indipendente, per ciascuna turbina principale e di almeno due tubi per le eccitatrici, qualunque sia il loro numero.

La testata dei tubi porta una valvola di sicurezza contro i colpi d'ariete, alla quale bisognerebbe forse aprire una via più diretta al canale di scarico.

Per completare quanto riguarda i tubi, non si è previsto alcun giunto di dilatazione; precauzione che è forse bene prendere, a meno che non si provveda ad una sufficiente elasticità dei tubi.

Il tubo d'aspirazione delle turbine è ricavato nel calcestruzzo stesso della fondazione generale, il che se permette di ottenere facilmente una forma razionale e una superficie perfettamente liscia, dà sempre un po' di incertezza sulla perfetta tenuta del punto d'attacco fra la ghisa ed il calcestruzzo.

C'è il pericolo che le vibrazioni inevitabili della turbina, e le dilatazioni dovute alle variazioni di temperatura, abbiano poco a poco ad aprire una via all'aria, che se in quantità notevole portandosi sotto la turbina, ne potrebbe mutare in parte il modo di funzionamento.

La turbina è del tipo Jonval ad asse orizzontale, gemella, a introduzione centripeta e scarico assiale (1); l'acqua le giunge esternamente in una camera che avviluppa il complesso dei distributori e delle ruote, e trova il suo scarico nel tubo d'aspirazione che scende verticalmente sotto la turbina. Con queste disposizioni i sopporti sono portati completamente fuori dalle camere d'acqua, cosa

(1) Vedi tavole 15 e 16.

assai pregevole potendo essere perfettamente ispezionati durante la marcia. Questi sopporti sono poi in buonissime condizioni essendo caricati del solo peso delle ruote mobili e essendo per la forma compatta dell' insieme abbastanza ravvicinati fra di loro.

Il fatto che tutta la cassa esterna della turbina è sotto la pressione dell'acqua d'arrivo può impensierire per il pericolo di rottura o almeno di possibili spruzzi che giungendo alle dinamo potrebbero danneggiarle: e sarebbe certamente preferibile, qualora possibile, una disposizione che portasse alla parte esterna la camera di aspirazione.

La turbina è facilmente smontabile e ispezionabile in tutte le sue parti. L'otturatore di regolazione è una corona circolare facente parte del distributore: quando gli venga comunicato uno spostamento rotativo gli spessori stessi delle direttrici vengono ad otturare più o meno le luci d' ammissione.

Lo spostamento di questo anello è comandato da un regolatore a servomotore idraulico. Un regolatore a forza centrifuga viene ad agire su un apparecchio a valvole che fa da distributore rispetto al servomotore. In istato di regime la pressione d'acqua agisce sulle due faccie dello stantuffo del servomotore in modo eguale; ma appena il distributore si sposta, viene aperto lo scarico da una parte, e lo stantuffo si muove.

Il distributore però presenta la possibilità d'un inconveniente ch'è bene rilevare. Essendo la valvola doppia e piana, la chiusura della parte inferiore non può avvenire prima che sia completa l'apertura della parte superiore. Ora potrebbe darsi che uno spostamento del regolatore portasse la valvola nella sua posizione intermedia, lasciando così l'arrivo dell'acqua in pressione in diretta comunicazione collo scarico e permettendo il vuotarsi dell'accumulatore. Lo stesso inconveniente potrebbe presentarsi per effetto di qualche impurità dell'acqua che venisse a esser presa fra valvola e sede.

Un sistema di regolazione poi che richiede una pressione superiore a quella dell'acqua motrice, se da una parte permette l'uso di acqua sempre pura, viene a far dipendere tutto il funzionamento della stazione dal complesso d'una pompa e di un accumulatore: ed un guasto che intervenga, sia a questi apparecchi, sia alle tubazioni inerenti, può mettere tutta la stazione fuori servizio.

Sarebbe quindi preferibile un sistema che non richiedesse questo macchinario ausiliare, o che potesse offrire la possibilità di una riserva.

Il progetto della Casa Escher Wyss e C., quantunque non così completo nei dettagli come il precedente, contiene però quanto è necessario per dare un' idea chiara delle diverse parti.

Nella disposizione generale sono usati 9 tubi adduttori, 8 per le turbine da 2000 HP e 1 per le eccitatrici. Come già fu detto sono preferibili per le eccitatrici 2 tubi. Le saracinesche di presa sono ancora del tipo circolare eccentrico.

La turbina è ad asse orizzontale gemella composta di due ruote Girard elicoidali pneumatizzate, per modo che il livello libero nel tubo aspirante sia mantenuto sotto l'estremità inferiore delle ruote da un apparecchio automatico. L'acqua arriva nella parte centrale e esce divergendo attraverso i due distributori: i tubi aspiranti sono completamente in ferro fino allo scarico.

Una turbina di questo genere dà affidamento di mantenere elevato il suo rendimento anche ad una portata molto ridotta, specialmente per l' applicazione di un artifizio che permette di mantenere la libera deviazione anche quando i condotti del distributore sono parzializzati.

Il regolatore dell'organo di chiusura è simile a quello precedentemente descritto, ma diverso nel comando automatico. L'otturatore è comandato direttamente da uno stantuffo differenziale che riceve sopra e sotto la pressione d'acqua della condotta: disotto liberamente, disopra attraverso una valvola di strozzamento: valvola congegnata per modo che alzandosi ed abbassandosi per azione del regolatore a forza centrifuga strozza piuttosto l'entrata che l'uscita dell'acqua che preme sulla parte superiore dello stantuffo. L'acqua che preme alla parte superiore è opportunamente filtrata.

Questo regolatore ha il pregio di una grande semplicità e solidità e sembra anche che non sia troppo delicato di fronte alle impurità dell'acqua; inoltre, per la riduzione degli attriti nei perni, l'angolo di insensibilità è ridotto quasi a zero.

La turbina però presenta qualche inconveniente per quanto riguarda l'accessibilità e la smontabilità delle parti. I cuscini intanto si trovano completamente all'interno della cassa d'acqua, e quindi assolutamente inaccessibili, e quantunque le loro dimensioni sieno tali da rendere minima la pressione unitaria, impensierisce il fatto che qualora avvenisse in essi qualche irregolarità non sarebbe possibile avvedersene prima che il danno sia arrivato al punto da manifestarsi con vibrazioni o rallentamento della macchina. Questi cuscini sono poi sopportati dai distributori. La smontatura tanto dei distributori quanto dei cuscini, per il fatto di essere tutti d'un pezzo, è molto difficile e la loro rimontatura deve essere eseguita con molta cura, essendo ai distributori completamente affidata la centratura di tutta la turbina.

L'essere i sopporti nell'interno viene a richiedere dalla parte del giunto d'accoppiamento colla dinamo una lunghezza non indifferente d'albero: e se il giunto ha un certo peso è molto probabile che il premistoppa della cassa debba agire un po'da sopporto, il che non è desiderabile. Il progetto contiene dettagli costruttivi ben studiati che fanno fede della grandissima esperienza in materia della Ditta concorrente.

La casa Ganz e C. ha presentato tre progetti: il primo con turbina Jonval ad asse verticale; il secondo con turbina limite ad asse verticale; il terzo con turbina Jonval ad asse orizzontale.

Nelle relazioni che accompagnano questi progetti non è stata fatta la discussione atta a giustificare queste diverse disposizioni e a mostrare la superiorità di una qualunque di esse rispetto alle altre. In considerazione di ciò e risultando inoltre dall'esame dei progetti che quelli ad asse verticale rispondono incompletamente alle condizioni di accessibilità e smontabilità, la Commissione non ha creduto di dovere prendere in considerazione questi ultimi due.

Il progetto ad asse orizzontale presenta una Jonval singola assiale. Distributore e ruota costituiscono in questa turbina un vero diaframma del tubo; questo entra orizzontalmente nella sala sopra il livello del pavimento per ripiegarsi poi appena al di là della ruota. La spinta è sostenuta da un cuscino in legno di guajaco nascosto dentro il distributore; un pezzo in bronzo a campana gli si appoggia contro. Questa parte della turbina, che ne è l'organo più delicato è dunque affatto inaccessibile e non controllabile durante la marcia, cosa che può essere grave non trattandosi di un cuscino di guida, ma di un vero supporto di spinta. L'insieme della macchina è per contro smontabile e rimontabile con sufficiente rapidità e semplicità di manovra.

Nella disposizione generale poco vi è da osservare. Furono adottate delle chiu-

sure a saracinesca propriamente dette per le camere di presa, comandate da un motore elettrico. Nella sala della macchine l'aver disposto un doppio ordine centrale di colonne obbliga all'adozione di un lunghissimo tratto d'albero non sopportato fra turbina e dinamo, e nel caso molto probabile della adozione di un giunto elastico le condizioni meccaniche non sarebbero certamente buone.

Il progetto di Piccard e Pictet fu trovato alquanto schematico e scarso nei particolari tanto che la Commissione fu costretta più che per gli altri a tener conto della fama della Casa proponente.

Questa Casa presenta una turbina radiale centrifuga singola. L'acqua vi è condotta al centro e dopo aver attraversato il distributore e poi la ruota, esce nella camera di aspirazione che avvolge l'intera turbina. Il tubo aspirante è anche qui ricavato dal calcestruzzo. Le cose sono disposte per modo che la ruota è completamente equilibrata in tutti i sensi e benchè singola non ha alcuna spinta assiale.

La regolazione viene fatta a mezzo di un otturatore cilindrico posto fra la distributrice e la motrice in modo da parzializzare contemporaneamente tutte le luci. Tanto le luci del distributore quanto quelle della motrice sono divise in tre camere: disposizione che se rialza il rendimento a carico basso, porta però delle fluttuazioni nella sensibilità del regolatore.

Il regolatore è completamente meccanico: il cilindro otturatore viene spinto avanti e indietro da tre aste comandate contemporaneamente per mezzo di viti e ruote dentate, la forza è presa dall'albero della turbina con una cigna e la direzione data da un doppio innesto a frizione. Il regolatore a forza centrifuga per mezzo di un meccanismo alquanto complesso sposta l'innesto.

Questo modo di regolazione per quanto ingegnoso appare alquanto complicato e non è fuor di caso il ricordare che le probabilità di rottura di un meccanismo crescono col numero dei pezzi che lo compongono.

Anche meccanicamente questa turbina si presta a qualche appunto. La ruota è portata in sbalzo ad una distanza non piccola del sopporto, e per quanto si possa osservare che la ruota è completamente equilibrata, la disposizione sembra un po' ardita. I due sopporti poi, posati come sono su dei blocchi di calcestruzzo, non hanno legame alcuno con la cassa del distributore; legame che se è sempre desiderabile, sembra in questo caso necessario, richiedendosi una scrupolosissima centratura di tutte le parti per il funzionamento.

Le saracinesche proposte sono a cerniera munite di *by-pass*, e questa soluzione sembra soddisfacente.

La Commissione nel pronunziare il suo giudizio sopra i quattro progetti succitati, preoccupata della responsabilità che su questo giudizio pesava, di fronte alla esecuzione definitiva del lavoro, ha creduto di prendere in considerazione, oltre al semplice progetto presentato, anche tutti gli altri dati, che potevano meglio guidarla nel formulare la sua scelta.

Così se molto peso fu dato all'essere o no adempiute le condizioni esposte nel Programma, non minor peso fu dato ai risultati che le Case proponenti hanno già ottenuto nelle loro installazioni del medesimo genere.

Dalla considerazione dello scopo a cui questo impianto deve servire, quello cioè di generare correnti alternative destinate ad alimentare i servizi pubblici e privati di Milano, scaturisce chiaramente quali sieno le condizioni meccaniche più importanti a cui l'impianto delle turbine dovrà soddisfare. Infatti un servizio simile dovrà rispondere a due condizioni essenziali: quella di garantire la continuità di funzionamento e quella di sopportare una grande variabilità di carico.

La prima di queste condizioni sarà tanto meglio raggiungibile quanto minori saranno le riparazioni richieste dal macchinario e quanto più rapidamente queste riparazioni potranno essere compiute.

È poi indispensabile che tutto il macchinario usato nell'impianto sia di semplice costruzione e che tutte le parti soggette a riscaldare e a ingranarsi sieno completamente in vista e a portata di mano del meccanico.

Sarà quindi necessario che la manovra di smontatura e ricambio dei pezzi sia semplice, facile e possa procedere rapida.

L'adempimento della seconda condizione, quella cioè del prestarsi ad una grande variabilità di carico è affidato completamente al sistema di regolazione e alla forma della curva del rendimento.

Il sistema adottato deve essere molto pronto e sensibile e tale che il rendimento ai diversi carichi si mantenga pressochè costante; soltanto a queste condizioni potrà assicurarsi un andamento soddisfacente della stazione generatrice.

Delle Case concorrenti nessuna rispose in modo completamente soddisfacente a tutti questi requisiti, ma nella considerazione che talune delle Case concorrenti avevano presentato degli studi utili e dei progetti che convenientemente modificati potevano servire di base all'allogazione della fornitura, decise fosse assegnata alle Ditta Escher Wyss e Riva, Monneret e C. che essa segnalava come le più capaci, la somma di L. 4000 per ciascuna a titolo di risarcimento delle spese di studio.

Successivamente a nuove pratiche ed alle trattative concernenti anche il costo della fornitura, la Società Edison assegnava alla Ditta Ing. A. Riva, Monneret e C. la costruzione e la posa in opera di quattro delle sette turbine di cui consta l'intero impianto di Paderno.

Pubblichiamo colle tav. 13, 14, 15, 16 la pianta e le sezioni dell'edificio dei motori e delle dinamo, nonchè i disegni rappresentativi del tipo di turbine e del rispettivo regolatore quali sono stati definitivamente adottati e si stanno costruendo e montando.

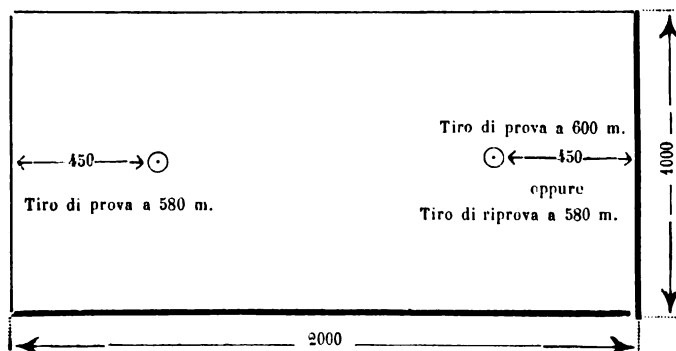
(Continua).

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

Collaudo di corazze e proiettili. — Il giorno 17 novembre 1897 alla Spezia nel poligono del Muggiano si fecero delle prove su corazze e proiettili fornite alla Marina dalla Società degli Alti Forni, Fonderie ed Acciaierie di Terni.

La piastra di prova era delle dimensioni di m. 1,00 × 2,00 con uno spessore di 150 mm. Essa doveva venir colpita in un punto lontano 450 millim. circa da uno dei due lati più corti della piastra e a metà intervallo tra i lati più lunghi come si vede a fig. 1.

Fig. 1.

Tiro di prova a 600 m.
450
oppure
Tiro di riprova a 580 m.
450
Tiro di prova a 580 m.
1000
2000

Le prove si fecero con un cannone la cui bocca distava dalla piastra di m. 23,300.

Il proiettile pesava Kg. 45,400.

Le cariche erano di Kg. 6,650 di balistite per dare al proiettile al momento dell'urto una velocità di m. 580 al 1″; di Kg. 6,825 per una velocità di 600 m. e di Kg. 7,100 per una velocità di 620 m.

I risultati delle prove furono:

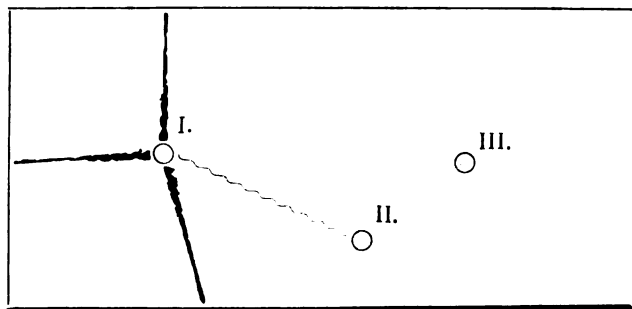
Al primo colpo, con una granata Krupp di acciaio e con una velocità di urto di 580 m. la palla fora la corazza la quale si fende in 3 punti con fenditure che interessano tutto lo spessore della piastra e nessun pezzo del proiettile nè della corazza traversa il bersaglio fatto secondo le condizioni del contratto. (fig. 2, I).

Con questi risultati le condizioni contrattuali risultarono soddisfatte. Tenendosi conto che la piastra non era stata solidamente trattenuta come imponeva il contratto.

Si doveva procedere a un secondo tiro con velocità di urto di 600 m. per stabilire dei titoli di merito della corazza, questa prova non si fece per lasciar posto ai colpi di prova per i proiettili forniti dalla stessa ditta.

Le prove prescritte erano le seguenti: una granata di 152 mm. sparata con una velocità di 610-650 m. deve forare completamente piastra e bersaglio e nessun pezzo di essa deve cadere davanti al bersaglio stesso. In ogni caso i risultati ottenuti non dovevano essere peggiori di quelli ottenuti con una granata Krupp nelle stesse condizioni.

I risultati furono splendidi per la granata di Terni: infatti essa penetrò nella corazza con una velocità di 620 m. al 1" per 128 mm. a questo punto punzonò la piasta e palla e pezzo di corazza asportata andarono a conficcarsi nel ferma palle. Nella corazza si ebbe una nuova fenditura solo superficiale però che andò dal nuovo foro (fig. 2, II) al punto colpito prima I.

Fig, 2.

La granata Krupp invece penetrò per 30 mm. e volò in frantumi, che caddero naturalmente tutti anteriormente al bersaglio. L'ogiva alquanto deviata s'incastrò nella corazza, la quale non presentò alcuna fenditura ma solo una concavità. Si deve notare che questo colpo venne sparato nelle condizioni e nel punto fissato (fig. 2, III) per dare il titolo di merito alla corazza. Anzi la palla aveva 20 metri di velocità di più.

Tale risultato è brillante tanto più che la corazza era già stata cimentata con due colpi.

Tale risultato era tanto sorprendente che subito si pensò a qualche causa estranea favorevole alla corazza, ma uno studio accurato escluse assolutamente questo dubbio.

Per provare ancora la bontà dei proiettili di Terni visto che la corazza mostrava ancora un campo sufficiente, si sperimentò con un proiettile colla velocità di 600 m. il quale pure penetrò per 135 mm. punzonò la piastra e andò a ficcarsi col pezzo asportato nel ferma palle.

L'ultimo tiro si fece con una granata da 120 mm. del peso di Kg. 20, 500 con una carica di balistite di Kg. 2,500 capace di dare al proiettile una velocità di 640 metri al 1". La granata si ruppe intaccando solamente la piastra.

Concludendo: I proiettili di Terni mostrarono di essere straordinariamente buoni e di superare quelli forniti dalla casa Krupp, e anche la corazza si comportò molto bene.

È ben vero che case straniere ottennero dei risultati migliori con leghe speciali ma l'Officina di Terni può aver fiducia nell'avvenire e con nuovi studi otterrà risultati ancora migliori di quelli ottenuti ora. Le esperienze fatte sui prodotti della Acciaieria di Terni danno motivo di sincero compiacimento per la nostra Industria metallurgica.

Concorso mondiale per l'Università di California. — L'Università di California fu fondata nel 1862 con un atto del Congresso degli Stati Uniti. Le sue risorse attuali sono valutate a circa 45 milioni di lire ed oltre agli interessi di questo capitale essa ha disponibile un sussidio annuale di 200 000 lire che le passano gli Stati Uniti, di più essa percepisce il 0, 02 % delle imposte pagate allo Stato ciò che le assicura attualmente un reddito di circa L. 1 250 000.

Il numero degli studenti è in continuo aumento; nel 1891 era di 777, attualmente è di 2300, è probabile che fra dieci anni esso raggiunga la cifra di 5000. Il progetto nuovo si baserà su questa cifra.

Il concorso sarà doppio, uno preparatorio e uno definitivo. Esso si chiuderà il 1.° Luglio 1898. I piani del terreno, esemplari del programma e altri documenti sono per l'Italia depositati presso il Collegio degli Ingegneri e Architetti di Milano e presso i Cultori di Architettura a Roma.

I progetti saranno contrassegnati con un motto e inviati al Console degli Stati Uniti di Anversa il quale accerta la data e pensa all'invio in America.

La commissione aggiudicatrice è internazionale e composta per il concorso preparatorio di cinque membri. Tali membri sono già nominati nelle persone dei signori: R Norman Shaw di Londra J. L. Pascal di Parigi, Paul Wallot di Dresda, Walter Cook di Nuova York e Y. B. Reinstein di S Francisco di California

Il numero dei progetti da accettarsi non è fissato. Il giurì è completamente. libero di trattenere tutti quelli che crede degni non meno di 10 però ed i progetti accettati rimangono proprietà dell'Università di California.

Il premio è di 1500 dollari per ciascun concorrente quando i progetti accettati non sieno più di 10. Se i progetti vincitori sono non più di 15 il premio scende a 1200 dollari e infine tale premio si riduce a 1000 dollari quando i progetti degni di conservazione sono più di 15.

Il premio vien pagato per un terzo subito e per gli altri due terzi solo dopo che l'autore ha consegnato il progetto definitivo.

Il concorso definitivo è riservato solo a coloro che furono premiati nel concorso preparatorio. I vincitori del concorso preparatorio potranno portarsi completamente a spese dell'Università a S. Francisco per studiare in posto l'area destinata alla costruzione.

Il tempo per la preparazione del progetto definitivo è fissato a 6 mesi. Anche i progetti definitivi saranno contrassegnati con un motto e il giury sarà composto di 9 membri internazionali e precisamente sarà costituito dai cinque membri della commissione per il progetto preparatorio e di altri quattro scelti dal Consiglio di Amministrazione dell'Università di California tra architetti proposti dai singoli concorrenti. A tale scopo ogni concorrente proporrà cinque nomi.

I progetti preparatori conservati e quelli del concorso definitivo saranno esposti al pubblico a S. Francisco nel *Mark Hopkins Institute of Art.* Per assicurare poi la massima pubblicità, tali progetti saranno fotografati nella stessa scala dell'originale e le fotografie saranno inviate a tutti i depositari del programma e dei piani. Per l'Italia già dicemmo che tali depositari sono il Collegio degli Ingegneri ed Architetti di Milano e i cultori di Architettura di Roma. Tali fotografie dovranno essere esposte al pubblico.

Il premio totale è di 20 000 dollari dei quali 8000 toccheranno al progetto classificato primo. I progetti premiati saranno almeno cinque.

L'Università di California si riserva il diritto assoluto di regolare e dirigere l'esecuzione dei lavori e i progetti premiati diventeranno di sua esclusiva pro-

prietà. Però si potrà anche confidare l'esecuzione dei primi lavori all'architetto riescito primo e se esso rifiuta a qualunque altro dei premiati.

Riassumiamo quì il più brevemente possibile il programma del concorso, il il quale dà anche un'idea di quel che sono le Università Americane.

Il progetto dovrà comprendere oltre agli edifici destinati all'insegnamento quelli destinati agli alloggi degli studenti, e si studieranno bene i servizi generali comuni nonchè le vie di comunicazione coperte e scoperte. Il complesso dovrà avere un aspetto imponente e nello stesso tempo serio, che armonizzi colla natura pittoresca della località.

Tale complesso comprenderà:

1. Gli edifici per l'Amministrazione e precisamente l'ingresso all'Università la portineria, gli uffici del presidente e dei segretari, le sale di riunione dei professori, sale di ricevimento, anticamere; archivio, cassa e dipendenze, ufficio postale. depositi diversi, magazzeni e vendita agli studenti di cancellerie, libri ecc. ecc.

2. *La Biblioteca Generale* capace di contenere 750 000 volumi con una vasta sala di lettura, una sala pei giornali e periodici, una sala di conversazione e molte camere di studio per una sola persona o per gruppi di poche persone.

3. *Il Museo generale* aperto al pubblico e agli studenti, dovrà contenere tutte le collezioni di un Museo moderno di Belle Arti, Antichità, Etnologia ecc.

4. *Sale speciali* (*Auditoriums*) che serviranno per tenervi conferenze, dare concerti, rappresentazioni teatrali ecc. Una gran sala dovrà contenere circa 5000 persone, una piccola sala per 1500 persone. Di più vi sarà un giardino per feste e ricevimenti.

5 *Riparto destinato all'istruzione militare per tutti gli studenti maschi.* — Tale istruzione si farà due volte la settimana. Esso si comporrà di una sala di corso per 300 studenti, di due sale per 50 e 100 studenti, di una biblioteca speciale, di una collezione di armi antiche e moderne, di una galleria per modelli e disegni relativi ai lavori militari, di un deposito per 2000 armi, di vaste tettoie per gli esercizi in tempo di pioggia per 12 compagnie di fanteria ognuna di 50 volontari, per una compagnia del genio di 50 volontari, per uno squadrone di cavalleria (50 volontari) e per una batteria di artiglieria. Di più un campo di manovra scoperto.

6. *Gymnasia* che comprende tutte le costruzioni per gli esercizi ginnastici e sportivi. Si deve provvedere a tali esercizi per gli allievi dei due sessi. Tale riparto consterà di: Due grandi *halles* per i diversi esercizii provviste di 200 gabinetti di toilette e di 100 gabinetti con bagno e doccia. Una halle servirà per le signorine, l'altra per i maschi. Due vasche da nuoto di 400 mq. circa con spogliatoi e dipendenze. Un campo di manovra scoperto con tribune per giuochi atletici. Tale campo deve essere progettato in stile grandioso e monumentale.

7. *Stamperia composta di:* uffici, sale per la composizione, officine per la stampa, locali per la correzione delle bozze, riparto per la legatura, per la elettrotipia, depositi ecc.

La forza motrice sarà provvista dall'officina centrale.

8. *Abitazioni.* — Si dovrà provvedere a un conveniente alloggio del capo del materiale e della sua famiglia, di un medico in vicinanza dell'infermeria, di un guardiano in capo e di parecchi suoi aiutanti, degli impiegati, operai, giardinieri, meccanici, macchinisti, fuochisti ecc. E infine si dovrà disporre per l'alloggio di 3000 studenti, e precisamente di 1500 signorine e 1500 maschi circa.

Ogni studente deve avere un appartamentino di due o tre camere e si studierà

una buona disposizione di gabinetti da bagno e da toilette a ogni piano.

Si provvederà a due ristoranti separati dagli alloggi ma di accesso facile, con cucina e dipendenze con cortile e ingresso speciale.

9. *Circoli.* — Saranno tre con tutti i perfezionamenti che caratterizzano un circolo modello dei nostri giorni. Uno servirà per gli allievi inferiori, l'altro per quelli superiori e il terzo per i funzionari e professori dell'Università.

10. *Infermeria.* — Sarà posta in località isolata, e si comporrà di 20 camere con qualche camera in più per le malattie contagiose, di una passeggiata coperta, di un giardino, di bagno, e deposito biancheria sporca, di un gabinetto di consultazione e visita medica, di una sala per i convalescenti, di un refettorio per gli stessi, di cucina e dispensa. Di più si avranno in questo riparto l'appartamento particolare per un medico, farmacia e dipendenze, gli alloggi per infermieri, sorveglianti e persone di servizio.

11. *Mezzi di comunicazione.* — La superficie considerevole occupata dagli edifici visti e la configurazione del suolo a pendenza forte richiedono mezzi speciali di comunicazione ben studiati, coperti e scoperti. Si studieranno anche mezzi meccanici per rendere rapida la comunicazione da un gruppo di edifici all'altro. Tenuto presente sempre l'effetto monumentale che deve avere il tutto.

12. *Locali di servizio.* — Tale gruppo sarà composto dalla stazione centrale per la produzione di forza motrice, luce e calore col suo deposito di carbone, da officine di riparazione, da installazioni telegrafiche, telefoniche e pneumatiche, da magazzeni per materie prime e dal riparto manutenzione strade ed edifici, dal riparto manutenzione giardini, da rimesse per vetture, automobili, biciclette e da scuderie per cavalli.

13. *Edifici per i diversi rami dell'insegnamento.* — Si dovrà prevedere un ampliamento futuro e ogni singolo edificio sarà provvisto di portineria, spogliatoio, uffici, riscaldamento, gabinetti di toilette, biblioteca speciale, uffici speciali per i professori, sale da studio per 10 allievi circa.

Per gli studi elevati si avrà un quartiere speciale.

La sezione Filosofia e Pedagogia si comporrà di una sala da lezione per 400 studenti e di 10 aule per 30-60 studenti, di 12 laboratori sperimentali e di quattro camere separate per i lavori più delicati.

La sezione Giurisprudenza sarà composta di una sala da lezioni per 200 studenti, di 10 aule per 30-75 studenti e da 4 per 15-30 studenti.

La sezione Storia e Scienze politiche avrà a sua disposizione un'aula per 500 studenti, 3 aule per 200 e 10 per 30-75. Qualche aula sarà disposta in modo che ogni uditore possa stendere sul suo tavolo carte ed atlanti, e una galleria speciale conterrà le carte geografiche, le tavole statistiche ecc.

La sezione Lingue antiche e moderne si comporrà di un'aula per 500 studenti di 3 per 200 studenti e di 50 per 30-100 studenti, sarà divisa in cinque sezioni: per 1) la lingua inglese: 2) il greco e il latino: 3) francese e lingue analoghe: 4) tedesco e analoghe; 5) lingue semitiche, chinese e giapponese.

La sezione Matematiche avrà a sua disposizione un'aula da 500 allievi, 10 aule per 40-75 studenti e 4 per 15 allievi, di più i locali per le collezioni di modelli e figure.

La sezione Fisica disporrà di un'aula per 300 allievi, di una per 200 e di 8 per 25-50 tutte riunite ai laboratori e depositi. I laboratori saranno 25 di cui 6 capaci di 60 allievi ciascuno. Si avrà una torre per le esperienze verticali e una lunga galleria per le esperienze di ottica.

La sezione Astronomia non sarà molto importante perchè già l'Università dispone di un osservatorio sul monte Hamilton.

La sezione Chimica riguarderà la chimica generale e teorica, la chimica medica e farmaceutica e la chimica tecnica applicata. Oltre alle aule e laboratori vi saranno camere sotterranee pei lavori che richiedono temperature costanti e misure delicate, camere oscure per fotografia, e un vasto museo per apparecchi e prodotti chimici.

La sezione Storia Naturale sarà provvista di aule, laboratori, sale di sezioni, di preparazione, di giardino botanico e di musei.

La Sezione Belle Arti per l'insegnamento della pittura, scultura, architettura, della musica.

La sezione Agricoltura con aule, laboratori, cantine, magazzeni, campi sperimentali.

Infine l'Università comprenderà anche le sezioni Meccanica con aule, laboratori, officine, musei, la sezione Genio Civile, quella Miniere e quella Disegno lineare.

Motori a gas d'alto forno. *(Génie Civil).* — Le fucine, acciaierie e alti forni di Hoerde possiedono un motore a gaz di 900 cavalli il quale utilizza i gaz combustibili che sfuggono dagli alti forni.

L'esperimento di due mesi mostrò che tale motore funziona bene; sono però necessarie delle frequenti puliture in causa del pulviscolo degli alti forni e tali puliture causano degli arresti forzati.

A Seraing si fece una prova di due anni e mezzo su un motore di 8 cavalli e i risultati sono tanto soddisfacenti che la Società Cockerill pensa di esperimentare un nuovo motore da 150 HP.

Sencauchez che fece uno studio di tali motori trovò che l'effetto utile che si può cavare dai gaz con simili motori, è quattro volte maggiore di quello che si ottiene bruciando il gaz sotto a caldaie a vapore.

Pulitura delle superficie metalliche con un getto di sabbia. *(Compte rendu de la Société des Ingénieurs civils de France).* — A Nuova York si doveva dipingere un viadotto metallico lungo m. 350.

Si trattava di pulire la superficie metallica togliendo la vecchia vernice, la ruggine, ecc. Si operò col noto processo del getto di sabbia di Tighlman.

L'aria compressa a Kg. 1,5 per cmq. passava in un serbatoio ove si caricava di sabbia fina e il miscuglio era portato via con un tubo flessibile lungo 10 metri e del diametro di 62 millimetri.

L'orificio di uscita aveva il diametro di 18 millimetri ed era tenuto sempre a 150 millimetri di distanza dalla superficie da pulire. La pulitura si effettuava con una velocità di un metro quadrato per ogni 5 minuti e mezzo e si consumavano 30 litri di sabbia sempre per ogni metro quadrato di superficie pulita.

Il risultato fu soddisfacentissimo, le superfici risultarono pulite perfettamente anche nei posti ove erano irregolari.

Si fece un'altro esperimento a Brooklyn negli Stati Uniti e si arrivò a pulire in 6 minuti mq. 2.32 della superficie di carena di una nave in ferro.

La pulitura a sabbia è molto più soddisfacente della pulitura a mano con raschiatoi. Però è da osservare che il getto di sabbia non attacca in modo dannoso nè ferro, nè acciaio, ma distrugge rapidamente i mattoni, le pietre e anche la ghisa.

Nuova lampada elettrica per minatori Sussman. *(Revue Universelle des Mines).* — Tale lampada è attivata da un accumulatore secco, ciò che la rende pratica perchè finora gli accumulatori ordinari presentavano l'inconveniente delle facili dispersioni del liquido che andava a danneggiare le connessioni metalliche.

L'elettrolito dell'accumulatore è della pasta di carta o cellulosa la quale non presenta una resistenza elettrica molto maggiore di quella degli elettroliti liquidi.

Tale massa plastica ha di più il vantaggio di proteggere le placche di piombo e d'impedire che la materia attiva cada al fondo producendo dei corti circuiti. La pasta di carta per tale accumulatore si ottiene con della carta da filtro ridotta in particelle tenui alla quale si fa assorbire dell'acido solforico diluito.

Tale umettazione non nuoce punto alla portabilità dell'accumulatore il quale può essere voltato in ogni guisa senza pericolo di spandimenti.

La materia attiva consta di ossido di piombo in polvere molto fina mescolata con una debole soluzione di caucciù addizionata di solfato di ammoniaca. La pasta così ottenuta si applica per compressione sulla lastra di piombo.

Tale lampada elettrica presenta press' a poco la forma delle lampade ordinarie da minatore

Le placche di piombo sono delle dimensioni in millimetri 100 × 56 dello spessore di 5-6 millimetri, il loro peso è di 230 grammi per le positive e di gr. 175 per le negative.

La pila è composta di due elementi, ognuno con una placca positiva e due negative, uniti in tensione.

La lampada ad incandescenza è chiusa in una custodia robusta di vetro ed è munita di riflettore.

Il peso totale della lampada completa è di Kg. 1,980. L'altezza totale è di 215 millimetri.

La lampada funziona a 4 volt e dà 2,5 a 5 volte la luce della lampada ordinaria da minatore.

Secondo l'inventore l'accumulatore dura 3 anni e la spesa di carica è insignificante, invero si consumano 3,7 HP per caricare 1000 lampade si fecero numerosi esperimenti con tali lampade e i risultati furono soddisfacentissimi.

Essa è semplice e portatile come un'ordinaria lampada ad olio, può essere messa in tutte le posizioni senza che si spenga, non teme le violenti correnti di aria nè il grisou.

Quando è caricata convenientemente si ha luce per 12 ore al minimo e talora per 16 ore. Ogni carica è di 7 ampères-ora e l'energia per ogni carica è di circa 42 watts-ora.

Se si valuta il costo di produzione dell'energia a L. 0,15 per ogni kilowatt-ora ne viene che il costo della luce per 12 ore è di $^{63}/_{100}$ di centesimo. Aggiungendo come costo per il cambiamento delle lampade a incandescenza e per riparazioni altrettanto si arriva a una spesa di L. 0,01 $^{1}/_{4}$ per lampada e per giorno e cioè L. 0,07 $^{1}/_{2}$ per settimana di 6 giorni. Si aggiunga poi a questi vantaggi che la maggior quantità di luce fornita dalla lampada impedirà le affezioni nervose agli occhi dei minatori. I minatori inglesi che la usano ne sono soddisfattissimi e la preferiscono alle altre.

Essi ottennero una luce sufficiente tenendo la lampada lontana m. 2,74 dal posto di lavoro mentre colla lampada ordinaria la distanza massima a cui si poteva tener la lampada era di m. 1,52. L'unica obiezione che si fa a questa lampada è che essa non scopre la presenza del *grisou*, ma questo è un fatto secondario e si rimedierà coll'invenzione di qualche indicatore di grisou sicuro.

Nuove ferrovie africane. — Il 4 novembre 1897 fu aperta al traffico la ferrovia da Mafeking, nel paese dei Beciuana, a Buluvajo, antica residenza del capo matabele Lobengula e odierna capitale della Rhodesia. Per tal modo si ha una diretta comunicazione ferroviaria dalla Città del Capo fino a Buluvajo e i due luoghi non distano fra loro che 90 ore. Si spera di ridurre in avvenire questa distanza a sole 70 ore con una maggiore velocità dei treni. La distanza della Città del Capo da Mafeking passando per Kimberley è di 1400 km.; la nuova via ferroviaria costrutta dalla Railway Company del Beciuanaland fino a Buluvajo è di 931 Km.; cionondimeno i lavori per la sua costruzione furono spinti tanto alacremente che richiesero solo 18 mesi di tempo. Con maggiore energia ancora vengono spinti i lavori della ferrovia della valle del Nilo, che da Alessandria si spinge nell'interno del continente; i lavori procedono di pari passo coll'avanzarsi della spedizione del Sudan, e ogni giorno vengono poste oltre due miglia inglesi di rotaje. Quando la ferrovia sarà compiuta fino a Abu-Hamid, la distanza da questo punto a Uadi Halfa, che per il Nilo è di 700 miglia, sarà ridotta a 230 miglia, e il viaggio si compirà per ferrovia in sole 8 ore, mentre coi cammelli s'impiegano 8 giorni. Per ora questa linea sarà condotta fino a Berber o Omdurman; il progetto di allacciarla in seguito con la ferrovia dell'Uganda potrà forse essere ostacolato dalle conquiste franco-abissine nella valle dell'Alto Nilo *(Geogr. Zeitschrift.* Lipsia).

La diga pel serbatoio nella valle di Marienbad *(Allgemeine Bauzeitung).* — Un muro di sbarramento è stato costruito recentemente attraverso la vallata di Marienbad per formare un serbatoio della capacità di 100 000 metri cubi. La diga è lunga 1540 metri e in pianta è curvata leggermente e volge la convessità a monte. La massima altezza è di m. 16,90 compresa la fondazione. La diga è rinforzata da un grande terrapieno che s'innalza fino a 6 metri sotto la sommità del muro.

I lavori durarono due anni e mezzo e il costo totale ammontò a circa 160 000 fiorini pari a 336 000 lire. La costruzione fu diretta dall'Ingegnere Emilio Peters.

Trazione elettrica a Montréal *(The Electrician).* — Tale installazione che fu cominciata nel 1892 possiede ora 6 motori Corliss da 800 cavalli l'uno. Tre di questi muovono ognuno quattro dinamo bipolari Edison da 200 Kilowatts e gli altri tre sono accoppiati ognuno a due dinamo di 300 Kilowatts della Canadian General Electric Company. Il materiale rotabile trasporta circa 30 milioni di passeggeri all'anno con un consumo di Kg. 1,97 di carbone per vettura chilom.

Edifici in acciaio a Chicago *(E. C. Shankland Minutes of Proceedings of civil Engineers).* — L'Autore descrive le recenti costruzioni fatte a Chicago con ossatura interamente di acciaio. Egli stima che per un edificio di 16-20 piani il peso del metallo può valutarsi a 26-34,5 Kg. per metro cubo di costruzione. Il prezzo corrispondente è di 8,82 a 10,59 lire al metro cubo di edificio e rappresenta da $^1/_7$ a $^1/_9$ del costo totale della costruzione.

Cavo sottomarino a circolazione d'aria *(The Electrician).* — La *Telegraph Construction and Maintenance Company* sperimentò un cavo fatto con quattro conduttori avvolti a spirale del passo di 20 centimetri nel quale tra ogni conduttore è lasciato uno strato d'aria per diminuire gli effetti della capacità elettrostatica.

L'esperienza si fece tra Beaulieu (*Hampshire*) e Gurnard a Bay nell'isola di Wigt su una distanza di 3110 metri. La capacità è di 0,059 microfarad per Km. tra i fili situati agli estremi dello stesso diametro della sezione retta.

Gli inventori di questo sistema sono: Smith e Granville.

Un nuovo modo di trasformare il calore in energia elettrica. — Tutti conoscono la scoperta di Seebeck e la pila termoelettrica che ne derivò. Quest'ultima non ha avuto finora alcuna pratica applicazione.

Ora i risultati delle esperienze di Guillaume fanno intravedere una nuova via per trasformare il calore in elettricità. Il Guillaume avrebbe trovato che le leghe di ferro e nichel sono fortemente magnetiche a una certa temperatura e non lo sono più quando questa temperatura venga accresciuta di soli 50°.

Il Guillaume trovò che una lega al 30 $^0/_0$ di nichel è fortemente magnetica a 50° e non lo è più a 100°.

Se si chiude il circuito di un magnete permanente con un fascio di fili di questa lega, il flusso magnetico passerà quando questo fascio è a 50° e non passerà più quando lo si porterà a 100°, ripasserà ancora raffreddandolo a 50. Possiamo dunque con successivi riscaldamenti e raffreddamenti determinare un flusso di linee di forza che varia periodicamente da zero a un massimo. Se su questo magnete si avvolge un filo di rame isolato a spire in esso si genererà una corrente alternata.

Questo è il principio che Depretz conta utilizzare per costruire un apparecchio pratico ch'egli sta studiando.

Carriole di grande capacità. (*Revista de obras pubblicas*). — Nel porto di Siviglia si doveva imbarcare una quantità considerevole di minerale di ferro. Attendendo l'installazione degli elevatori elettrici si usò una carriola speciale di ferro a due ruote disposta in modo che il centro di gravità passa per l'asse.

Le ruote hanno lo scartamento di m. 0,76 e girano su rotaie fatte con dei ferri ad U. La capacità della carriola è di $^1/_4$ di metro cubo quindi il peso di minerale trasportato è di mezza tonnellata. La carriola vuota pesa Kg. 139 e costa 111,20 pesetas ossia 0,80 peseta il Kg.

La carriola carica (640 Kg.) è più facile da muovere che una carriola ordinaria portante un peso di 150 Kg.

Esposizione di Architettura e Ingegneria a Praga nel 1898. — La Camera di Commercio e Mestieri di Praga in unione alla Società degli Ingegneri ed Architetti della Boemia prepara una Esposizione di architettura e ingegneria.

In seguito ad accordi colla lega dei lattonieri di Praga l'esposizione si estenderà anche ai lavori di ferro bianco. Di più si avrà un riparto speciale destinato alle invenzioni che riguardano le piccole industrie.

La direzione dell'esposizione è affidata alla Società degli Ingegneri e Architetti di Boemia. L'esposizione rimarrà aperta dal 15 Giugno al 15 Settembre 1898. Essa deve dare una idea di tutto quello che si è fatto finora in Boemia dal lato tecnico scientifico ed artistico.

Secondo il programma definitivamente approvato l'esposizione comprenderà l'architettura e le arti decorative, i materiali di costruzione, la geodesia, e le misure catastali, la costruzione di strade, le costruzioni idrauliche, le costruzioni navali, le miniere e la lavorazione dei minerali, la tecnologia chimica, la costruzione di macchine, l'elettrotecnica, le scuole speciali e le scuole artistiche e in-

dustriali, la costruzione delle chiese, la parte storica, i motori e le macchine operatrici, e infine il materiale per le strade ferrate.

Solo i gruppi riguardanti i motori e le macchine operatrici e il materiale ferroviario hanno carattere internazionale. Gli altri gruppi sono riservati agli operai, artisti, tecnici e industriali della Boemia. Vennero accettate rappresentazioni grafiche, modelli, macchine in marcia, e anche relazioni scientifiche.

La forza motrice per le macchine in moto viene fornita dall'impresario dell'Esposizione ai singoli espositori mediante un moderato compenso.

Come attrattiva dell'esposizione verrà costrutto un antico villaggio boemo nel cui interno si porrà un ristorante e una sala per i concerti. Si costruirà anche un panorama che rappresenterà la battaglia di Lipau. Nella parte storica si farà una sala d'onore per gli antichi artisti, architetti e tecnici che avranno là il loro busto.

Fabbricazione del carburo di calcio a Vernier presso Ginevra. *(Industria).* — Si utilizza per tale scopo l'energia elettrica disponibile durante il giorno e una parte della notte dell'impianto elettrico municipale di Chèvres. Il costo annuo del cavallo si aggira intorno alle lire 30-36.

Quasi tutte le operazioni sono eseguite meccanicamente per ridurre il costo del prodotto e per avere un buon rendimento si scelgono con gran cura le materie prime, coke di S. Etiénne e calce di Bellegarde.

Le spese di produzione del carburo di calcio si valutano: 1000 Kg. di calce L. 22, Kg. 900 di coke L. 45, energia elettrica L. 40, mano d'opera, elettrodi, macinazione, miscela L. 50 e in totale L. 157 la tonnellata.

Attualmente la produzione giornaliera è di 6 tonnellate però l'impianto si potrà raddoppiare ed anche triplicare. L'officina di Vernier dista da Chèvres di 720 m, e la condottura elettrica consta di quattro fili di rame duro del diametro di 5 mm. I fili sono difesi dal fulmine con una reticella metallica che li avviluppa la quale è messa a terra ad ogni palo. La corrente si trasporta con un potenziale di 2700 volt; a Vernier questa corrente passa attraverso a reostati i quali insieme alla linea abbassano il potenziale di 400 volts e servono a evitare i pericoli di una eventuale interruzione di corrente. Il calore sviluppato dai reostati viene utilizzato per essicare completamente il coke. Il potenziale viene poi portato da 2300 volt a 57 per mezzo di trasformatori, e la corrente così ridotta va ad otto forni che richiedono ciascuno 500 cavalli e precisamente 6000 ampères e 57 volt. Tali forni hanno il crogiuolo alto 0,80 e del diametro di 0,50, dimensioni non mai adottate finora. La macinazione delle materie prime e gli altri servizi accessori richiedono 20 HP i quali sono forniti da un motore elettrico bifase a 57 volts.

Si presero tutte le precauzioni per evitare infortuni specialmente contro le esplosioni. La struttura dell'edificio è tale da assicurarne la incombustibilità, precauzione importante perchè nel caso speciale un incendio invece di poter essere domato coll'acqua sarebbe da questa avvivato per la nota reazione d'essa col carburo di calcio.

BIBLIOGRAFIA

D'. ALFRED GOTTHOLD MEYER. — *Oberitalienische Frührenaissance, Bauten und Bildwerke der Lombardei.* — *I^{er} Theil. Die Gothik des Mailänder Domes und der Uebergangsstil* — con 10 tavole eliotipiche e 80 illustrazioni nel testo. — Berlin 1897. Wilhelm Ernst et Sohn.

La bibliografia intorno ai monumenti architettonici ed artistici del quattrocento e del cinquecento si è grandemente arricchita negli ultimi decenni, e lo studio dei medesimi ha preso un giusto indirizzo, cosicchè le opere pubblicate arrecano un grande contributo alla storia dell'arte in Italia nei secoli suddetti, e sono, per la maggior parte, di incontestabile valore. Ma tale studio, ad onta delle molte pubblicazioni, è lungi dall'essere esaurito, e l'opera che annunciamo del D.r Alfred Gotthold Meyer ne è una bellissima prova. Essa non esce dal campo dove tanti altri prima di lui hanno laboriosamente affaticato, e nemmeno la messe che vi raccoglie è molto diversa da quella che vi hanno mietuto i suoi predecessori; ma l'ordine logico col quale intraprende le sue ricerche, il sentimento profondamente artistico con cui apprezza i vari monumenti, l'accuratezza estrema che pone nello studio dei particolari, l'analisi minuta nel discernerli e classificarli, e poi un senso sintetico estremamente sviluppato a cui accoppia una fine, non dirò benevola, ma giusta critica, fanno sì che tutta la materia sembra svolgersi dalla sua penna con una forma interamente nuova, e l'argomento già ripetutamente trattato, assume nel libro del Meyer un aspetto caratteristico e particolare.

Queste qualità mi sembrano sufficienti per invogliare gli architetti e in generale gli artisti tutti a leggere e studiare l'opera del Meyer. Egli ha fatto tesoro dei lavori dei suoi predecessori, e principalmente di quelli di Luca Beltrami, Gaetano Moretti, Carlo Fumagalli, Diego Sant'Ambrogio, Camillo Boito, C. Magenta, Dott. Santo Monti, Giulio Carotti ed altri fra i moderni, e fra i meno recenti di Calvi, Caffi, Casati, Paravicini, Mongeri, Enrico Strack, Rodolfo Rahn, Burckhardt, Kugler, Geymüller, Redtenbacher, ecc. Ma con tanta materia fra le mani, il libro del Meyer è riuscito ciononostante originale.

L'opera si comporrà di due volumi; il primo solamente è stato ora pubblicato, ed è di questo che intendiamo parlare. Esso è tutto dedicato allo stile gotico del Duomo di Milano, ed allo stile di transizione nei monumenti della nostra regione; con ciò prepara il terreno pel secondo volume, dove tratterà dell'età dell'oro del

primo Rinascimento lombardo; e così verranno illustrati i monumenti e le scolture decorative della Lombardia, appartenenti a questo periodo.

Dopo una breve introduzione sulle condizioni dell'arte in Lombardia al tempo dei Visconti, accenna al gotico del trecento ed allo stile dell'arte decorativa nel quale predomina l'elemento pittorico; fa rilevare l'influenza diversa che ne deriva dall'impiego di materiali laterizi o marmorei, e termina richiamando l'opera dei Campionesi.

Passa poi allo studio del Duomo di Milano e della sua decorazione ed ornamentazione fino all'anno 1450. Dimostra con riferimento alle varie parti della grande cattedrale, come lo stile gotico, nel quale essa fu iniziata e condotta innanzi, non è quello delle cattedrali nordiche, ma bensì uno stile originale, tutto proprio. Esso si risente naturalmente dell'influenza di oltralpe, ma egli è come una sostanza estranea che si lavora, maneggiata da mani lombarde, dalle quali esce con forma propria. Già fino dal 1888 in questo stesso periodico (1) un'autorevole voce lamentava forte che scrittori oltramontani proclamassero l'origine nordica del nostro Duomo. Ora è bello il vedere come uno scrittore oltramontano, rivendichi all'arte italiana lombarda questo gioiello tutto originale, tutto nostro; e non con semplici dichiarazioni vaghe e benevole, ma sulle basi di una rigorosa critica, appoggiata agli elementi che lo stesso Duomo fornisce. È assai interessante il seguire l'A. nelle sue dimostrazioni le quali, dove trovano l'elemento gotico settentrionale, subito lo studiano nella sua nuova forma, che non è più quella d'origine, ma nemmeno una che sia andata costituendosi senza un indirizzo ben preciso, no, è una lotta voluta, e quindi uno stile creato, ma da una volontà che sapeva e poteva crearlo. La vitalità dell'arte lombarda era così grande da non lasciarsi sopravincere; la lotta si protraeva sempre più fino a che si cominciò a fare sentire l'influenza toscana, la cui azione, per la natura sua più conveniente al carattere lombardo, doveva necessariamente essere più forte e più efficace, cosicchè non poteva a meno di trionfare; e dapprima non in modo diretto, ma con un ritorno all'antico per opera di Filarete, tanto da dar luogo a una specie di compromesso, dal quale ne esce lo stile di transizione, che forma il passaggio tra il gotico ed il primo rinascimento.

Meyer dopo di avere tenuto dietro a queste evoluzioni nel Duomo di Milano, si fa a studiare il nuovo stile nelle opere dove si è principalmente estrinsecato, e cioè prima nell'Ospedale Maggiore, dove ancora si fa manifesta la lotta sempre viva fra l'elemento lombardo e le nuove aure che spirano dall'Italia Centrale. Poi nel Banco Mediceo che già risente tutta l'influenza toscana pel tramite di Michelozzo, e che segna un gran passo verso il primo Rinascimento (2); indi nella Cappella Portinari dove le relazioni cogli artisti fiorentini sono anche più marcate, e l'arte decorativa dello stile di transizione ha raggiunto il suo estremo limite verso la nuova meta.

Un analogo studio, colla medesima accuratezza, fa Meyer del Duomo di Como rilevando insieme con le bellezze i non pochi difetti; e finalmente passa ad esaminare la Certosa di Pavia in quelle parti che appartengono allo stadio di transizione; e quivi non solo trova relazioni coll'arte toscana, ma anche reminiscenze di Venezia.

(1) *Il Politecnico*, anno 1888, pag. 346.

(2) Una riproduzione del più bel gioiello di questo monumento, ossia del portone, che ora si conserva nel Museo Archeologico di Brera, trovasi nella tav. 16 di questo stesso periodico, anno 1866.

In tal modo Meyer ci ha descritto i monumenti che si possono considerare come i precursori del primo Rinascimento lombardo; essi ci conducono però solamente al limitare del nuovo stile, al di là del quale il Rinascimento più puro spiega i suoi più bei fiori sul suolo lombardo. Questo avvenne alquanto più tardi che in Toscana ed anche in Venezia, specialmente nella decorazione. In Firenze la decorazione del Rinascimento festeggia il suo trionfo con Brunelleschi fino dal 1430. Venezia vede il suo primo monumento in questo stile nel 1460, il portone dell'Arsenale. In Milano, presso a poco alla stessa epoca, sorge il portone del Banco Mediceo, ma però su disegno di un toscano, mentre la facciata dell'edificio porta ancora non poche impronte dell'elemento gotico. I veri capolavori del primo Rinascimento lombardo originale non cominciano a mostrarsi che nel 1470 circa.

Noi non possiamo trattenerci maggiormente sull'opera del Meyer, ma speriamo di averne indicato il contenuto in modo sufficiente per invogliare i cultori dell'arte, a leggerla e studiarla, persuasi che ne risentiranno quel diletto che abbiamo provato noi, e che sulla sua guida sicura, competente e imparziale, apprezzeranno sempre più i nostri monumenti, che incorporano lo stile di un'epoca, e conservano del medesimo l'impronta più originale e più bella.

Teramo, febbraio 1898.

GAETANO CRUGNOLA.

Tipografia e Litografia degli Ingegneri. Ing. C. SALDINI, Gerente.

Redazione ed Amministrazione, Via Unione, 9 — **MILANO.**

ANNO XLVI

IL POLITECNICO

GIORNALE
DELL' INGEGNERE ARCHITETTO CIVILE ED INDUSTRIALE

Aprile 1898

SOMMARIO.

Con 3 Tavole, e una figura intercalata nel testo.

MILANO
Tipografia e Litografia degli Ingegneri
9 — Via Unione — 9
1898

DELLA SOFFOCAZIONE

E DELLA ESSICAZIONE E STAGIONATURA DEI BOZZOLI DA SETA.

(Vedi pag. 102 e la tav. 17).

In relazione alla promessa fatta quando pubblicammo nel nostro giornale (pag. 102) un primo articolo su questo importante argomento veniamo ora a parlare dell'apparecchio Bianchi-Dubini a cui è stato recentemente assegnato dalla Società d' Incoraggiamento Arti e Mestieri di Milano il premio *quadriennale* di fondazione Gavazzi per i perfezionamenti più spiccati *a vantaggio della trattura e filatura della seta.* Approfittiamo di due opuscoli pubblicati dagli inventori e col loro consenso ne riproduciamo la maggior parte:

«*Concetto generale della essicazione dei bozzoli.* — È ormai generalmente ammessa la utilità della essicazione dei bozzoli, tanto se la si effettua unitamente che separatamente alla soffocazione allo scopo di facilitare l' immagazzinamento e la conservazione di questo nostro prezioso prodotto agricolo, od a quello di renderne meno costoso e meno soggetto a danni il trasporto.

Un altro vantaggio che si vuol ottenere colla essicazione dei bozzoli è quello di renderne meno aleatorio il commercio, e ne può venire vantaggio tanto pel produttore, che tenendo immagazzinati i bozzoli secchi li può vendere con maggior agio e quindi a migliori condizioni, quanto pel consumatore che acquistandoli in parecchie riprese ha bisogno al momento dell' ammasso di capitali molto minori, e di uno spazio molto più limitato.

È però chiaro che a questo vantaggio non si potrà arrivare se non con un essicatoio di facile trasporto, di facile maneggio, di grande produzione, che possa essere considerato come altra delle macchine agrarie tanto più utile all'agricoltura, in quanto è più accessibile anche ai piccoli produttori, come ad un dipresso lo sono ora le macchine trebbiatrici. È pure evidente che, attesa la brevissima durata del raccolto e la necessità almeno di soffocare le crisalidi appena raccolti i bozzoli, un tale essicatoio sarà tanto più utile quanto più sollecito sarà il suo funziona-

mento, e quanto più limitate ne saranno le dimensioni per rapporto alla produzione giornaliera.

Influenza della essicazione sulle proprietà della seta. — Quanto al modo di funzionamento degli essicatoi crediamo conveniente di richiamare alcune considerazioni ed alcuni desiderati già espressi nel bollettino di Sericoltura del 6 aprile 1896 nel quale a pag. 107 è detto: « Il prof. » Anderlini (1) facendo passare una corrente d'aria secca su bozzoli di » differente provenienza e diverso grado di umidità trovò che la quan- » tità di ammoniaca sviluppata oscillava fra 0, 162, e 0, 167 per cento » operando a temperatura da 100° a 110°. Spingendo il calore oltre 120° » potè raccogliere nel condensatore una sostanza bruna di aspetto oleoso, » che rende ragione delle macchie e dell'incupimento prodotto dalla » stufatura fatta in condizioni non bene appropriate. La facile dissocia- » bilità dei sali di ammoniaca che si riscontrano nelle crisalidi, rende » avvertiti della necessità di iniziare la essicazione a bassa temperatura » e in un ambiente nel quale si mantenga un rapido rinnovamento del- » l'aria che valga a smaltire il vapore d'acqua sviluppato e con esso le » materie volatili che altererebbero il colore dell'involucro serico ove » venissero a condensarsi alla superficie o vi arrivassero per trasuda- » mento.

» Quest'ultimo fenomeno è indubbiamente favorito dall'elevato tenore » di materia grassa della crisalide. Conoscendo inoltre l'influenza che i » prodotti solubili della crisalide esercitano nelle bacinelle di trattura, » risulta evidente la necessità di evitare qualsiasi alterazione ed è perciò » che le condizioni alle quali l'essicatoio deve soddisfare ci sembra deb- » bano essere analoghe a quelle esposte in altra occasione per l'essi- » cazione dei cereali e del malto quali risultano altresì dagli studi del » prof. Menozzi e ing. Morosini. La disposizione che permette di rag- » giungere la graduale eliminazione dell'umidità congiunta ad un eser- » cizio facile ed economico si realizza secondo noi negli apparecchi a » funzionamento continuo, i quali si impongono anche dal fatto che gli » essicatoi dei bozzoli non potendo essere utilizzati che durante il breve » periodo dell'ammasso, devono avere potenzialità grandissima, che non » si può raggiungere se non col lavoro continuato ».

È appunto facendo tesoro di questi preziosi ammonimenti e nella intenzione di ottenere i grandi vantaggi più sopra enunciati, che abbiamo ideato e costrutto, due esemplari identici di un essicatoio per bozzoli il cui esercizio, durato tutta la decorsa stagione di ammasso, portando a completa essicazione complessivamente circa 200 000 chilogrammi di bozzoli, ci persuase di poter considerare il problema come risolto completa-

(1) *Sul disseccamento dei bozzoli.* — Padova 1896.

mente, e come tale di ottenerne dal R. Governo un regolare attestato di privativa industriale.

Un simile esperimento, eseguito su una quantità di bozzoli così considerevole, ci diede agio di studiare minutamente, non solo le modificazioni che potranno essere introdotte nell' apparecchio per migliorarne il funzionamento, ma ancora quale deve essere il modo di servirsene per ottenere il massimo effetto utile nella quantità, ed il migliore risultato nelle qualità che la materia, dopo ridotta a completa essicazione, deve conservare.

Concetto generale del nostro essicatoio. — I concetti generali del nostro essicatoio sono i seguenti:

Essicazione mediante aria calda: l' aria essendo spinta da un ventilatore a pressione piuttosto alta, passa in un apparecchio che la riscalda a temperatura non troppo elevata (70°-75° C.). L' apparecchio riscaldatore può essere un calorifero ordinario, ma sempre è preferibile un riscaldatore a vapore, che è meglio regolabile e col quale è più difficile che, per un'innavvertenza, l'aria possa soprariscaldarsi in modo dannoso ai bozzoli.

La pressione dell'aria, come si disse, essendo alta, fa sì che un volume molto grande di essa possa successivamente attraversare, involgendoli completamente ed uniformemente, i bozzoli contenuti in parecchi cassoni fra loro opportunamente comunicanti, vincendo a tal uopo la resistenza opposta da uno strato di bozzoli dell' altezza complessiva di parecchi metri.

Disposizioni delle parti dell'essicatoio. — I detti cassoni sono disposti in un circuito chiuso e mediante opportune valvole, di facile manovra, possono comunicare fra loro reciprocamente e ciascuno di essi col tubo adduttore dell' aria calda. La manovra delle valvole si fa in modo che ciascun cassone possa successivamente, a determinati intervalli, essere il primo della serie cioè quello che riceve direttamente l' aria più calda e più secca proveniente dal ventilatore, mentre gli altri cassoni del circuito ricevono successivamente aria sempre più umida e meno calda, mano mano che sono più discosti dal primo. Dal cassone che, in un dato periodo è l'ultimo della serie, l'aria umida si scarica liberamente nell' atmosfera. Il cassone che ha ricevuto per primo l' aria calda, portato che sia ad essicazione, viene vuotato, l' aria si fa entrare nel 2.° ed il 1.° viene nuovamente riempito di bozzoli vivi o verdi e diventa l' ultimo della serie. Tutto ciò successivamente per i vari cassoni e percorrendo il circuito chiuso sempre nella medesima direzione.

Funzionamento continuo. — Si viene così a realizzare il concetto classico degli essicatoi meccanici, di far muovere il materiale da essicare

secondo una corrente avente direzione inversa a quella dell' aria calda, ma questo concetto si realizza lasciando effettivamente immobile il materiale da essicare, e cambiando invece il punto del circuito nel quale l' aria calda incomincia ad attraversare il materiale, e quindi anche il punto nel quale l' aria abbandona i bozzoli per versarsi nell' atmosfera.

Preparazione umida dei bozzoli ottenuta mediante la continuità del funzionamento. — Con un funzionamento di questo genere risulta che i bozzoli appena gettati nel cassone che è in un dato istante l'ultimo della serie, vengono attraversati da aria umida e calda, non però soverchiamente umida, perchè la sua umidità è quella sola proveniente dall'acqua ceduta dai bozzoli dei cassoni precedenti, ed in pari tempo non soverchiamente calda, perchè se nel cassone dove i bozzoli sono già quasi secchi si manda l' aria a 70°-75° C. come si disse, in quello dove i bozzoli sono ancora vivi o verdi, la temperatura sarà molto minore, avendo l' aria stessa percorso un grosso strato di bozzoli ai quali avrà ceduto calore. I bozzoli subiscono quindi dapprincipio una preparazione a base di aria discretamente umida. È noto che il vapore acqueo cede calore ai corpi che tocca, molto più facilmente che l'aria calda e secca ad egual temperatura. Ciò si deve al fatto che il vapore condensandosi sui corpi freddi che tocca, comunica loro oltre al calore proprio, quello ancora che abbandona pel cambiamento di stato; l'aria molto umida e calda partecipa di questa proprietà pel vapore che contiene, per cui i bozzoli, se vivi, vengono più facilmente soffocati, e se già soffocati vengono più presto portati anche nell' interno alla temperatura di regime dell' essicatoio. In pari tempo la umidità dell'aria che incontra i bozzoli appena gettati nell' essicatoio fa sì, che la corteccia serica del bozzolo viene ad assumere un certo grado di porosità, che facilita successivamente il passaggio verso l' esterno del vapore proveniente dalla essicazione della crisalide.

Utilità della preparazione umida dei bozzoli. — Questa preparazione, che il solo ragionamento ci fece sembrare utile alla essicazione nel senso di non deteriorare la qualità della fibra, si confermò tale nella pratica pel modo di comportarsi dei bozzoli alla trattura. I bozzoli soffocati a vapore diretto ed essicati naturalmente hanno uno svolgimento alla trattura meno facile di quelli essicati con essicatoi razionali e perfezionati in genere. Essi perdono inoltre il loro colore brillante, e gli scarti sono soggetti a deperimenti molteplici quali le tarme, la muffa, ecc.

Il vantaggio di una buona essicazione meccanica è sentito anche sui bozzoli soffocati a vapore diretto. Ma noi abbiamo potuto constatare che un vantaggio ancora maggiore si ottiene col nostro sistema, nel quale la soffocazione avviene come prima preparazione alla essicazione; e noi

ne troviamo la ragione in questo che, il vapore diretto impiegato per la soffocazione, sia per l'alta temperatura, sia perchè eccessivamente umido, non può a meno di fondere la materia gommosa che avvolge la bava, cosicchè nella successiva essicazione le bave devono nuovamente saldarsi in modo irregolare, ed in certi punti più fortemente fra loro di quanto non abbia fatto il baco nel tessere il suo involucro: quindi la trattura deve riuscire più difficile, laddove se la soffocazione è avvenuta nel nostro essicatoio ad una temperatura relativamente bassa e col concorso di una umidità relativamente limitata, devesi argomentare che la fusione della gomma sarà minore e quindi minore la irregolarità di risaldatura delle bave fra loro. Dobbiamo poi aggiungere, a rendere il nostro sistema preferibile, la influenza, già accennata nell'esordio della presente memoria, dei vapori ammoniacali che, sviluppandosi maggiormente dalla crisalide a temperature elevate rendono cupo il colore della seta, ciò che nel nostro essicatoio non avviene per la bassa temperatura alla quale si incomincia la essicazione e pel grande volume d'aria che sollecitamente rimuove questi vapori, limitandone l'azione dannosa. Quindi è certo che l'applicazione dei nostri essicatoi gioverà all'agricoltura facilitando la conservazione del raccolto, e all'industria della trattura e filatura della seta migliorando notevolmente il prodotto.

Influenza della temperatura di essicazione. — Le esperienze numerose da noi fatte allo scopo di appurare quali fossero le influenze della essicazione sulle proprietà della seta ci portarono alla conclusione che impiegando aria calda per la essicazione a temperatura che non oltrepassa gli 80° C. all'entrata nel primo cassone, la fibra serica non subisce la benchè minima alterazione. Buona la trattura e quindi buona rendita; forza ed elasticità del filo affatto normali. Le temperature più elevate tendono a diminuire tanto la forza che la elasticità, e il più difficile svolgimento diminuisce in modo molto sensibile la rendita.

Dannosi effetti della sopraessicazione. — Un effetto simile si ha quando si spinga la essicazione molto al di là della normale; e noi chiamiamo normale la essicazione quando siasi evaporato il 66 per cento di acqua dai bozzoli vivi, e quando lasciati lì per cinque o sei ore all'aria libera in una giornata non piovosa della stagione ordinaria del raccolto, non aumentano sensibilmente di peso.

Un aumento di peso in queste condizioni significherebbe che si è tanto spinta la essicazione, che i bozzoli, per mettere il loro grado igroscopico in equilibrio con quello dell'aria circostante, riassorbono una certa quantità di acqua. La crisalide è in tal caso ridotta ad un volume piccolissimo e durissima; quando la essicazione è stata così prolungata la rendita diminuisce e la fibra subisce una alterazione dannosa.

Necessità di non oltrepassare un certo grado di temperatura durante la essicazione. — Quanto alla convenienza di non oltrepassare gli 80° non sarà mai abbastanza raccomandato in generale l'uso di vapore per il riscaldamento dell'aria, invece dei caloriferi ordinari a fuoco diretto, non potendosi con vapore a 100° riscaldare ad 80° masse d'aria molto considerevoli se non coll'impiego di grandissima superficie di tubi riscaldatori. In quanto all'evitare la superessicazione, attesa l' uniformità della essicazione ottenuta nel nostro apparecchio, e la possibilità di ispezionare ad ogni istante i bozzoli in esso contenuti, si può molto facilmente cogliere il momento nel quale la essicazione è completa senza essere oltrepassata, ed è facile dopo le prime esperienze stabilire il tempo occorrente per ogni qualità di bozzoli. Si è poi osservato, che anche a temperatura più bassa di 70° si può ottenere una essicazione completa ed egualmente rapida, quando si aumenti opportunamente il volume d'aria spinta attraverso ai bozzoli; per cui ammettendo che le temperature alte possano essere dannose alla qualità della fibra, converrà sempre abbondare nella quantità d' aria e scarseggiare nella temperatura. I due essicatoi di prova furono installati nei locali annessi alle filande della Ditta Frat. Dubini e C. a Cornaredo ed a San Pietro all'Olmo e le numerose esperienze di cui daremo relazione nella presente memoria furono su di essi eseguite e controllate con paziente zelo e con vera intelligenza dall' egregio nostro amico l' Ing. A. Betti.

Descrizione degli essicatoi adoperati per gli esperimenti nella campagna nel 1897. — Essi sono costituiti da un cassone di lamiera di ferro di m. 3, 60 di lunghezza, m. 1, 30 di larghezza e m. 2 di altezza ripartito mediante pareti pure di lamiera in 6 camere verticali a base quadrata di un metro di lato e m. 2 di altezza comunicanti fra loro mediante condotti *c, c, c* (vedi fig. I e II, tav. 17) nei quali si trovano le valvole di comunicazione. Le camere 1, 2, 3, 4, 5 e 6 comunicano tutte in basso mediante porticine apribili *p p* con un condotto o camera orizzontale C nella quale arriva l'aria calda del ventilatore; cosicchè aprendo o l'una o l' altra di queste porticine l' aria entra piuttosto nell' una che nell' altra delle camere verticali. Ciascuna di queste ha una apertura circolare in alto che si chiude mediante un coperchio a pressione, facilmente applicabile e rimovibile, e tale apertura serve per il caricamento dei bozzoli nelle camere come pure per sfogo dell'aria calda nell' atmosfera.

Tutti i cassoni 1, 2 ecc. sono rivestiti internamente con uno strato di grosso feltro ricoperto di tela e questo rivestimento serve al doppio scopo di impedire le perdite di calore per irradiazione e di evitare il contatto dei bozzoli col ferro di cui le camere sono composte.

I bozzoli vengono gettati nelle camere dalle aperture superiori e sono

sostenuti da una rete metallica che trovasi al fondo delle camere a circa 20 centim. dalla porta *p* di entrata dell'aria calda. Nelle pareti esterne delle camere, appena sopra le griglie, sono praticate delle aperture rettangolari S munite di porte che servono per lo scarico dei bozzoli secchi.

Lo schizzo di insieme alla tav. 17 dà l'idea della disposizione schematica della stufa di riscaldamento e del ventilatore. La motrice che mette in movimento quest'ultimo e che fornisce il vapore per la stufa può essere una locomobile ordinaria.

Premessa questa sommaria descrizione ecco in qual modo l'apparecchio funziona:

Modo di funzionamento degli essicatoi di esperimento. — L'aria calda sotto pressione entra nel condotto generale di distribuzione situato al disotto delle camere, e di qui supponendo si trovi aperta la sola portina *p* sottostante alla camera 1, entra in questa per disotto, si espande sotto alla griglia ed attraversa i bozzoli che si trovano in questa camera. Suppongasi ora che essendo tutte le camere riempite di bozzoli siano chiusi tutti i coperchi superiori eccettuato quello della camera 6 e siano aperte tutte le valvole dei condotti di comunicazione fra le camere salvo quella che fa comunicare la 6 colla 1. È chiaro che l'aria seguirà l'andamento indicato dalla freccia ed attraverserà successivamente tutti i bozzoli contenuti nelle sei camere nell'ordine 1, 2, 3, 4, 5 e 6; trovando poi aperto il coperchio superiore della camera 6, sfuggirà per quell'apertura nell'atmosfera (1).

È evidente che i bozzoli che essicheranno prima saranno quelli della camera 1. Quando, aprendo per un istante il coperchio superiore di questa camera si potrà constatare, prendendone alcuni in alto, che i bozzoli in essa contenuti sono perfettamente secchi si potrà toglierli per sostituirne altri vivi o verdi e ciò si fa molto facilmente nel modo seguente:

Chiuso ancora il coperchio superiore della camera 1 si apre la portina esterna in basso S, avendo cura di applicare prima all'apertura un saccone per ricevere i bozzoli: l'aria che entra sotto pressione nella camera, trovando minor resistenza a passare per la portina S che trova aperta, sfugge da questa e trascina con se i bozzoli vicini alla griglia portandoli nel sacco. Altri bozzoli soprastanti cadono al posto dei primi cosicchè in pochi secondi tutti i bozzoli che si trovano nel cassone, saranno trascinati dall'aria entro il sacco.

Per riempire di nuovo la camera 1 si torna a chiudere la porticina S e si chiude anche l'entrata dell'aria sotto alla camera 1, avendo cura di aprire prima l'entrata corrispondente alla camera 2. Affinchè l'aria non

(1) Nella fig. I, tav. 17 l'aria esce dalla camera 3 perchè nel disegno la camera 6 non è segnata in sezione.

ritorni indietro, si chiude anche la comunicazione fra la camera 1, 2 ed allora il funzionamento continuerà evidentemente come prima, limitatamente alle camere 2, 3, 4, 5, 6. Questo avviene soltanto in via provvisoria, perchè in questo frattempo si apre il coperchio della camera vuota 1, e si riempie di bozzoli vivi, operazione che si fa pure in pochi istanti quando siano stati preparati previamente in canestri od in sacchi i bozzoli sufficienti per riempirla. Si dispongono il meglio possibile questi bozzoli in modo che formino superiormente una superficie orizzontale ed allora la camera è pronta per entrare in funzionamento completando il circuito. A quest'uopo si chiude il coperchio della camera 6 e si apre la comunicazione di 6 con 1. L'aria non potendo più passare per l'apertura superiore della camera 6 passa sotto alla camera 1 ne attraversa il contenuto e sfugge per la sua bocca superiore che trova aperta. Intanto si porteranno a completa essicazione i bozzoli della camera 2, ed allora si ripeterà la manovra e diventerà prima camera la camera 3 e ultima la 2 seguendo il circuito 3, 4, 5, 6, 1 e 2.

Risulta evidente la continuità del funzionamento, come pure risulta evidente la uniformità di esso. In ognuna delle camere i bozzoli, prima di essere scaricati, saranno passati successivamente per una serie di 6 periodi cominciando dalla soffocazione a temperatura relativamente bassa e con aria relativamente umida, e seguendo sei fasi di temperatura crescente e di umidità decrescente fino a che saranno stati portati ad una completa essicazione.

Studio sul miglior modo di servirsi dell' essicatoio. — I primi esperimenti fatti coi due essicatoi in discorso furono eseguiti facendo percorrere all'aria la serie completa delle 6 camere. Senonchè essendo ogni camera riempita con uno strato di bozzoli di circa m. 1, 50, lo strato che l'aria doveva attraversare era complessivamente m. 9 di spessore. Si intende facilmente quale debba essere la resistenza che uno strato simile debba opporre al passaggio dell' aria. Qualora si potesse avere l' aria a pressione elevatissima e in pari tempo in volumi considerevoli, si potrebbe aumentare l'altezza dei bozzoli che si attraversano perchè, finchè l'aria non esce molto carica di umidità dagli ultimi bozzoli che incontra, può ancora avere un effetto per la essicazione.

L'uniformità di essicazione nelle camere è molto maggiore quanto maggiore è il numero di esse che costituiscono la serie, perchè più piccola è la differenza che può esistere fra il grado di secchezza dello strato più alto e quello dello strato più basso di ogni camera; ma un limite alla molteplicità delle camere è imposto dalla difficoltà di ottenere volumi grandi di aria ed a pressioni elevate, non esagerando nelle spese di impianto e di esercizio. Noi abbiamo impiegato un ventilatore Scheele cen-

trifugo, ad alta pressione, di 200 mm. di bocca; il quale può dare aria fino alla pressione di 400 mm. di colonna d'acqua. Per quanto questa sia una pressione notevole noi abbiamo osservato che, la quantità d'aria che a questa pressione poteva attraversare le 6 camere ripiene di bozzoli era troppo piccola, per cui la essicazione richiedeva un tempo superiore a quello che noi avevamo preventivato. Il bisogno di riparare a questo inconveniente senza ricorrere al cambiamento del ventilatore che ci avrebbe obbligato ad una interruzione della essicazione, ci condusse ad esperimentare un nuovo modo di funzionamento dell'essicatoio che riuscì perfettamente, e si palesò anzi assolutamente conveniente. Non cambiando nulla affatto all'apparecchio abbiamo diviso il circuito delle 6 camere in due circuiti di 3 camere, che nel funzionamento si seguono in modo ricorrente ottenendo la continuità come nel primo modo.

Funzionamento a due circuiti. — Abbiamo cioè cominciato il funzionamento facendo entrare l'aria contemporaneamente nei cassoni 1, 4 e facendola sortire dalle bocche dei cassoni 3 e 6, in modo che percorresse insieme i circuiti 1, 2, 3 e 4, 5, 6. Essicati i cassoni 1, 4 si fece entrare l'aria in 2 e 5, percorrendo i circuiti 2, 3, 4 e 5, 6, 1 e così di seguito. Con questo sistema non solo si era ridotta a metà l'altezza dei bozzoli da attraversare, ma si era raddoppiata la sezione di passaggio dell'aria per cui la resistenza dei bozzoli al passaggio dell'aria veniva ridotta ad $^1/_4$ della primitiva, e mentre prima il volume d'aria che attraversava i bozzoli era di qualche centinaio di litri al minuto secondo, col secondo metodo il volume d'aria venne portato fino a circa 900 litri al secondo.

Impiegando aria a 75°-80° C. la essicazione completa che si otteneva prima in 20 a 24 ore si ottenne con questa disposizione in tempo variabile da 14 a 16 ore, a seconda della qualità dei bozzoli, e cioè a seconda della grossezza della crisalide, e della robustezza dell'involucro. Non bisogna dimenticare che i due essicatoi che servirono nella decorsa stagione, furono costruiti ed adoperati per esperimento, non avendosi dati per la calcolazione matematica delle dimensioni più appropriate allo scopo. L'esperienza fatta su una grande quantità di bozzoli, nel mentre dimostrò la grande potenzialità dell'essicatoio, atteso il suo piccolo volume, ci indicò chiaramente i punti dove i dettagli di costruzione, e le dimensioni dovevano essere modificate perchè l'effetto fosse ancora migliore e la produzione ancora maggiore.

Utilità della inversione della corrente di aria calda. — Anzitutto parliamo di una modificazione, riguardo alla quale abbiam potuto verso la fine della campagna serica scorsa fare continuati esperimenti, e cioè della inversione. Si trattava di fare in modo che l'aria potesse attraver-

sare ogni cassone ripieno di bozzoli, una volta dal basso all'alto e l'altra dall' alto al basso.

Un difetto che si riscontrò nella essicazione a circuiti di tre camere, e che era poco sensibile coll'andamento a circuiti di 6 camere, fu quello di sopraessicare i bozzoli inferiori di ogni camera quando si voleva portare a perfetta essicazione quelli superiori. È evidente che se una massa piuttosto alta di bozzoli viene attraversata da aria calda dal basso all'alto, i primi ad essicare saranno gli strati inferiori e gli ultimi i superiori, innanzi tutto perchè gli inferiori ricevono aria più calda, ma più ancora perchè l'umidità assorbita dai primi toglie in parte all'aria la proprietà di assorbire altra acqua. Si diminuirebbe quindi la differenza di essicazione tenendo basso il più possibile lo strato di bozzoli, ed aumentandone invece la superficie; ma questo sistema porterebbe alla occupazione di molto spazio e renderebbe difficile il carico e più ancora lo scarico automatico dei cassoni di cui si è dato la descrizione, coefficiente non ultimo e trascurabile di un funzionamento facile e pratico. Per ottenere altrimenti lo stesso effetto abbiamo pensato di far attraversare i bozzoli dall'aria calda alternativamente una volta dal basso all'alto e l'altra dall' alto al basso. Così facendo i bozzoli primi colpiti sono una volta quelli inferiori, un' altra i superiori per cui è chiaro che se differenza potrà esistere nella essicazione, questa sarà fra i bozzoli più superficiali tanto superiori che inferiori, che saranno i più secchi, e quelli della parte centrale che saranno i meno secchi. L'effetto quindi è almeno eguale a quello che si ottiene riducendo a metà l' altezza dei bozzoli in ciascuna camera degli essicatoi, e dalle nostre esperienze risultò che colla altezza di m. 1,20 di bozzoli da noi adottota (1) in ogni camera, la essicazione diventa assolutamente uniforme in tutta la massa.

Se evidente è il vantaggio che si ottiene dalla inversione per quanto riguarda la qualità dei bozzoli essicati, lo è ancor più per quanto riguarda l'economia di tempo; giacchè se per portare a completa essicazione i bozzoli superiori di ogni cassone si è dovuto sopraessicare gli inferiori, tutto il tempo che occorse per questa sopraessicazione sarà stato, non solo tempo sprecato, ma dannosamente impiegato, perchè con deterioramento delle qualità fisiche del materiale. Con esperienze dirette noi abbiamo appunto verificato che, da 3/4 d' ora ad un' ora per ogni cassone si dovette sprecarle per questo fatto, per cui, tolto l' inconveniente mediante l' inversione, la essicazione invece di circa 16 ore durerà solo circa 14, dando anche un migliore risultato. Il concetto svolto ora ci si presentò anche prima di costruire l'essicatoio e sembra dovesse indurci ad

(1) L'altezza di m. 1,20 fu adottata solo per il funzionamento ad inversione. Senza inversione l'altezza era minore e corrispondente ad una carica di 250 Kg. di bozzoli vivi.

adottare fin dà principio il sistema di inversione. Ciò che ci fece deviare da questo principio fu la eccessiva preoccupazione, che la pratica dimostrò infondata, dell'effetto che la pressione poteva avere sulla porosità della massa dei bozzoli. Ci sembrava cioè, che questa massa attraversata dal basso all'alto dall'aria ad una pressione considerevole, dovesse dall'aria stessa essere mantenuta più soffice, e quindi venire da essa meglio attraversata. Ciò è vero finchè l'aria attraversa i bozzoli di una sola o tutt'al più di due camere, perchè allora tutta la pressione del ventilatore viene ad essere consumata vincendo uno strato non molto alto di materia e mantenendola in continuo movimento vibratorio; ma quando si pongono in serie parecchie camere, la pressione si divide in tante parti eguali quante sono le camere, e cioè la pressione al disotto di ogni camera viene in parte equilibrata da una contropressione superiore che è uguale alla pressione che si esercita sotto la camera successiva. Da esperienze appositamente istituite, misurando la pressione dell'aria nell'essicatoio al di sopra ed al disotto di ogni camera, abbiamo potuto stabilire che, colle dimensioni adottate nel nostro apparecchio di prova e per circuiti di almeno tre camere, ogni camera assorbiva una pressione di circa 5 ad 8 centim. di colonna d'acqua, cosicchè per vincere la resistenza di un circuito completo di 6 camere occorreva una pressione di circa 30 centim. di colonna d'acqua; mentre per il circuito di 3 camere bastava una pressione di 20 a 24 cm. Naturalmente nel primo caso la quantità d'aria era di gran lunga minore che nel secondo, ma ad ogni modo la pressione esercitata sui bozzoli di ogni camera non superava mai gli 8 cm. di colonna d'acqua.

Una tale pressione non poteva avere alcuna influenza sul grado di porosità della massa, e le prove fatte con inversione confermarono il fatto.

Una considerazione meccanica contribuì pure a farci adottare il sistema senza inversione. Le portine di chiusura e di comunicazione fra le camere avranno una tenuta tanto più ermetica quanto più sono compresse contro la loro sede; colla disposizione ad una corrente sola si è fatto in modo che la pressione stessa contribuisse ad aumentare la ermeticità gravitando sulle portine nel senso di chiuderle; colla corrente in due sensi si ha invece una direzione di movimento dell'aria secondo la quale le portine tendono ad aprirsi. Naturalmente però, una volta constatata non solo l'utilità, ma la quasi necessità dell'inversione, si può ottenere la chiusura ermetica in altro modo; anzi a quest'uopo abbiamo già costruito un sistema di valvola semplicissima a chiusura assolutamente buona, di facile accesso per la pulitura, e che offre anche il vantaggio di distribuire l'aria meglio di quanto avvenisse colle portine adottate nell'apparecchio di campione. Da ultimo diremo di una considerazione anch'essa ora svanita, ma

che in mancanza delle esperienze dirette ci indusse ad adottare il sistema senza inversione.

È provato che per una buona e rapida essicazione delle materie umide in generale è bene che l'aria sia tanto più calda quanto più umide sono le materie che essa incontra. È quindi stata fra le nostre preoccupazioni quella di lasciare un vano fra una camera e l'altra nel quale si potesse far circolare mediante tubi il vapore allo scopo di soprariscaldare l'aria ogni volta che sortiva da una camera per entrare in una successiva. Ciò sarebbe stato possibile anche col sistema ad inversione, ma impiegando un tal numero di valvole, che avrebbe reso molto complicato l'apparecchio e la sua manovra.

Le esperienze, cui già abbiamo accennato, provarono come per i bozzoli sia utile piuttosto di diminuire la temperatura dell' aria quanto più essa diventa umida essendo dannoso allo svolgimento del bozzolo un trattamento a vapore molto caldo, e di supplire col gran volume d'aria alla deficenza di calore; cessa quindi da sè la necessità del soprariscaldamento e quindi ancora quella delle camere intermedie.

Disposizione dell'essicatoio quando si voglia adottare la inversione dell'aria calda. — La forma definitiva per le nuove costruzioni di essicatoi è quella rappresentata dallo schizzo (fig. III e IV tav. 17) nel quale le camere comunicano senza l' intermedia camera delle valvole, ma con valvole atte a farle comunicare fra loro tanto in alto come in basso, con opportuna manovra delle quali si ottiene facilmente l' inversione.

Essicazione parziale o frazionata, Casi nei quali può essere convenientemente adottata. Economia che ne deriva. — Veniamo ora a parlare di un modo di applicazione del nostro essicatoio che permette di realizzare una grande produzione nel caso in cui occorra di trattare quantità rilevantissime di materia e presenta anche il vantaggio di una grande economia nelle spese di essicazione.

Da esperienze ripetutamente eseguite ci risultò che, le crisalidi muoiono dopo tre ore che si trovano nell' essicatoio quando l' andamento è a sei camere; quindi adoperando l'apparecchio come stufa soffocatrice e facendo una serie sola di sei camere si può avere un prodotto giornaliero di 48 camere piene di bozzoli soffocati. Ciascuna camera del nostro apparecchio contenendo 250 Kg. di bozzoli vivi, il prodotto giornaliero sarebbe di Kg. 10 000. Oltre alla soffocazione risultò dalle esperienze stesse che, i bozzoli in quelle 3 ore diminuirono del 25 $^0/_0$ del loro peso. In tale stato di essicazione, appena siano raffreddati, nel qual tempo perdono ancora il 5 $^0/_0$, possono venir spediti per mezzo della ferrovia alle condizioni e tariffe ordinarie di bozzoli secchi, senza la preoccupazione che abbiano a sfarfallare od a scaldarsi se anche tardano un giorno o due all'arrivo.

Si può così realizzare un risparmio che è superiore alla spesa avuta per la operazione della stufatura. Riprendendo poi la essicazione dei medesimi bozzoli per completarla, si può in un essicatoio delle dimensioni da noi esperimentate avere un reddito di non meno di 4000 Kg. nelle 24 ore; quindi l'insieme dei due essicatoi l'uno posto nel luogo del raccolto, l'altro posto vicino alla galettiera, può dare una produzione complessiva di 14 000 Kg. di bozzoli al giorno con una media di 7000 Kg ciascuno. Questo risultato che, attese le dimensioni ristrette dell'apparecchio, è molto lusinghiero appare dovuto a due fatti: il primo è questo che la percentuale di umidità che in un determinato tempo viene tolta ai bozzoli è tanto maggiore quanto meno secchi essi sono; e ciò spiega il breve spazio di tre ore occorrente per far loro perdere il primo 25 % di umidità. Il secondo è che una volta ridotti del 25 % del loro peso i bozzoli possono essere tenuti per alcuni giorni in strati di considerevole spessore sulle tavole, ed in questo frattempo l'involucro che fu dalla stufa bene essicato, assorbe dalla crisalide molta della umidità rimanente e la comunica all'atmosfera esterna, per cui quando, dopo alcuni giorni, si riprende la essicazione, si trova che invece del 25 % hanno perduto naturalmente il 35 % ed anche più, secondo lo stato dell'atmosfera. Questa è tanto minore umidità che l'essicatoio deve togliere, quindi è tanto minore tempo che si deve impiegare.

Dal fin quì detto risulta quindi che in un mese di funzionamento la coppia di due essicatoi delle dimensioni descritte può bastare all'ammasso di almeno 200 mila Kg. di bozzoli vivi, portandoli a completa essicazione realizzando in pari tempo l'economia dovuta al modo e tariffa di trasporto e quella dovuta allo spazio di galettiera occorrente per l'ammasso, potendo i bozzoli all'arrivo essere posti ancora su tavole, ma in strati di spessore almeno triplo dell'ordinario ed esservi lasciati finchè, mediante la essicazione completa, si possono imballare ed ammassare in sacconi od in grandi casellari, come già ordinariamente si usa.

Produzione giornaliera dell'essicatoio di esperimento. — Riferendoci ancora al modo di funzionamento non frazionato da noi adottato nella maggior parte dell'esercizio di esperimento 1897; cioè coll'impiego medio di 16 ore per ottenere una completa essicazione; essendo la carica di ogni camera di 250 Kilogr. di bozzoli vivi la produzione giornaliera è stata di:

$$\frac{250 \times 6 \times 24}{16} = 2250 \text{ Kg.}$$

Vediamo con questa produzione quanto ci costò la essicazione:

Costo della essicazione. — La macchina a vapore consumò Kg. 25 di carbone all'ora, fornendo forza motrice e riscaldamento dell'aria, quindi:

Per ogni giornata Kg. 600 a L. 32 per tonnellata . . . L.		19 —
Spesa pel macchinista e aiutante tra giorno e notte in località di campagna . . . . »		6 —
Spesa per due manuali pel carico e scarico e manovra . . »		5 —
Ammortamento in 10 anni dell'impianto completo di essicatoio con apparecchio riscaldatore d'aria e ventilatore 10 per cento sul costo d'impianto in L. 5500 . L.	550	
Idem per impianto di macchine a vapore e caldaia (locomobile) e rinvio di trasmissione 10 per cento sul costo di L. 5000. . . . . »	500	
Interessi 5 per cento del totale impianto . . . . . »	525	
Annue riparazioni ordinarie ed imprevisti . . . . . »	225	
Totale annue . . L.	1800	
Questa spesa ripartita su Kg. 90 000 essicati in 40 giorni di lavoro o Kg. 2250 al giorno, dà una spesa giornaliera di L.		45 —
Spesa giornaliera totale di essicazione . L.		75 —

pari a L. $\frac{75}{2250}$ = L. 0,033 per ogni Kg. di bozzoli vivi.

Questa spesa può ancora essere ridotta ogni qualvolta l'essicatoio, essendo costruito in locale di filanda, può essere utilizzata la caldaia e la motrice della filanda stessa oppure quando una forza motrice idraulica esistente si può utilizzare ed è solo necessario l'impianto di un calorifero pel riscaldamento dell'aria. In tali casi la spesa può discendere a 2 cent. per ogni Kg. di bozzoli.

Comunque sia anche la spesa di tre centesimi per Kg. non può influire sensibilmente sul prezzo della seta, perchè abbondantemente compensata, non solo dai vantaggi già riconosciuti derivanti dalla essicazione, ma ancora dal non occorrere più la prima cernita che si fa per togliere le gallette morte, le quali una volta essicate non sono più soggette a bucarsi, e dall'evitare la mano d'opera occorrente per il continuo rimescolamento dei bozzoli sulle tavole della gallettiera, ed il deperimento della materia in causa di quel rimescolamento. In caso poi di stagione umida il vantaggio è grandissimo evitandosi il pericolo della muffa.

Esperienze per stabilire la resistenza opposta dai bozzoli al passaggio dell'aria. Esperienze preliminari sul ventilatore. — Diamo ora un'idea delle esperienze da noi istituite per stabilire la resistenza opposta dai bozzoli al passaggio dell'aria. Ricordiamo che il ventilatore da noi usato del tipo Scheele, girando con velocità di circa 2000 giri è capace di dare l'aria ad alta pressione cioè fino a circa 40 centimetri di colonna d'acqua.

La sua bocca è circolare di 200 millim. di diametro quindi l'area di essa è di mq. 0,0314. La macchina a vapore è capace di dare circa 10 cavalli di forza occorrenti per le esperienze, non però per l'esercizio dell'essicatoio.

Misurazione delle pressioni. — La prima serie di esperienze era destinata a misurare quali volumi d'aria il ventilatore forniva, variando opportunamente la resistenza opposta al suo passaggio. Abbiamo perciò fatto entrare l'aria al disotto di un cassone isolandolo da ogni comunicazione cogli altri, e chiudendolo al posto del coperchio con una portina rettangolare cosicchè potevamo, mediante una paratoia, modificare la sezione libera al passaggio dell'aria. Tale bocca poteva cioè variare da un'area zero alla massima di metri quadrati 0,0575, area circa doppia di quella della bocca del ventilatore.

Un apposito manometro ad acqua era posto nel cassone sotto alla griglia ed un altro appena sotto alla bocca di uscita dell'aria. Nelle dette esperienze i due manometri segnavano evidentemente la stessa pressione non essendovi nel cassone resistenza alcuna.

Prendemmo nota delle pressioni dei manometri ad ogni variazione della bocca e potemmo per ciascuna esperienza trovare i valori della velocità W dell'aria attraverso l'orificio, tenuto conto anche della sua temperatura. Calcolando quindi i volumi relativi colla formola;

$$Q = \mu \, W \, \Omega$$

nella quale: Q è il volume d'aria in metri cubi; μ il coefficiente di contrazione della vena aerea; Ω la superficie di passaggio dell'aria in m. q.; W la velocità dell'aria calcolata colla formola:

$$W = 125,22 \sqrt{h_0 \, (1 + 0,0037 \, t)}$$

nella quale formola: h_0 è la pressione in metri d'acqua; t la temperatura dell'aria; W la velocità in metri al minuto secondo.

Il coefficiente μ di contrazione della vena aerea è 0,60 avendo noi adottato un'apertura così detta in lastra sottile, ed è lo stesso che si adotta pel movimento dell'acqua.

Molteplici osservazioni eseguite in due serie di esperienze ci diedero i volumi medî che si possono riassumere nello specchietto quì sotto nel quale le cifre furono arrotondate per interpolazione, per meglio far risultare, per ogni variazione di sezione di passaggio dell'aria, le pressioni corrispondenti ed i corrispondenti volumi. Le osservazioni della seconda serie di esperienze sono le più attendibili perchè fatte con metodi di misurazione più esatti, e furono quelle preferite per compilare lo specchietto.

Lavoro assorbito dal ventilatore a seconda delle pressioni e dei volumi forniti. — In una speciale colonna è indicato il lavoro in cavalli vapore assorbito dal ventilatore, calcolato colla formola seguente:

$$N_e = C + \frac{1000 \, Q \, h_0}{75 \, \mu}$$

nella quale Q e h_0 sono i volumi e le pressioni trovate come sopra; C è una costante che rappresenta il lavoro assorbito dal ventilatore quando se ne chiuda completamente la bocca, perchè in questo caso $Q = 0$ quindi il secondo membro della formola diventa zero e rimane:

$$N_e = C$$

Questa forza C capace di trascinare il ventilatore a vuoto alla sua velocità normale di 2000 giri al minuto è per il nostro ventilatore di un cavallo e mezzo. Il coefficiente μ è il rendimento che il ventilatore può dare e si può per esso adottare il numero 0,333 per cui $75 \, \mu = 25$.

La formola che dà il lavoro assorbito dal ventilatore diventa con questi valori la seguente:

$$N_e = 1,5 + \frac{1000}{25} \, Q \, h_0$$

ossia:

$$N_e = 1,5 + 40 \, Q \, h_0$$

colla quale appunto sono calcolati i numeri della 4.ª colonna dello specchietto:

Tabella riassuntiva delle esperienze.

Area della sezione di passaggio dell'aria in m. q.	Pressione h_0 in metri d'acqua	Volumi Q in m³ al 1″	Lavoro assorbito dal ventilatore in HP.
0,000	0,400	0,000	1,50
0,0015	0,340	0,070	2,50
0,0100	0,270	0,460	6,47
0,0200	0,200	0,750	7,60
0,0300	0,135	0,920	6,42
0,0400	0,100	1,090	5,70
0,0500	0,080	1,150	5,00
0,0600	0,060	1,220	4,45
0,0700	0,050	1,250	4,00

(F. Dubini - Ing. G. B. Bianchi). *(Continua).*

DI ALCUNI IMPIANTI

PER IL TRASPORTO DELL'ENERGIA ELETTRICA.

(Vedi pag. 124 e le tav. 1, 2, e dalla 11 alla 16).

L' IMPIANTO IDROELETTRICO DI PADERNO.

Le turbine sono di tipo orizzontale e gemelle come appare dalla tav. 15. Il loro asse è collocato alla quota 157, 38 (tav. 14) mentre il pelo d'acqua della massima piena conosciuta tocca il 155, 30. Il pavimento del locale delle turbine e delle dinamo è a 1, 35 al disopra di tale livello. La infossatura richiesta dalla dinamo, che ha un forte diametro, è però protetta dalla eventuale invasione delle acque di piena a mezzo di accurate costruzioni murarie che si ritengono sufficienti all' uopo.

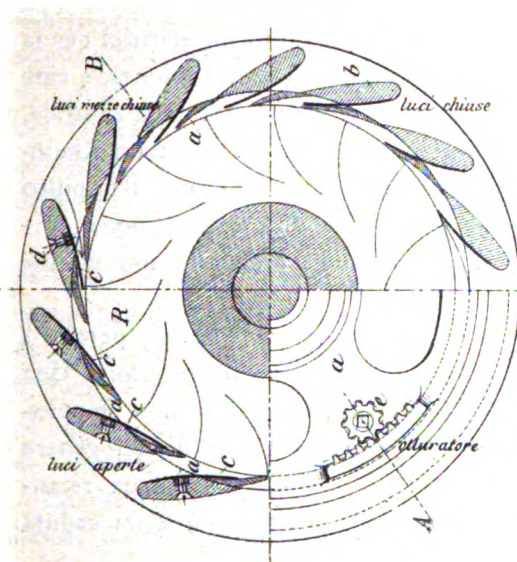
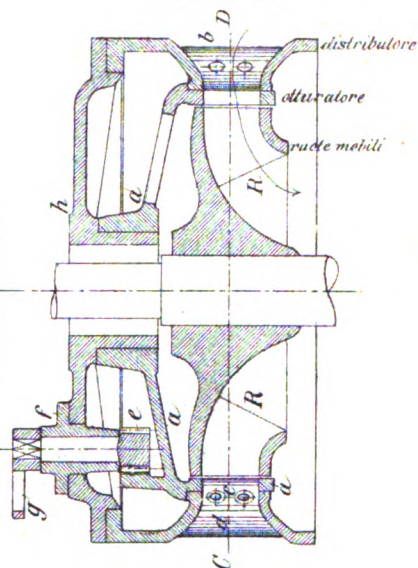
La tavola 13 che rappresenta la pianta generale dell'edificio dà l'idea del come sono disposte le sette turbine e le rispettive dinamo, e mostra il collegamento dei tubi delle turbine all'edificio superiore di presa d' acqua. La sezione trasversale (tav. 14) schiarisce la disposizione mostrando uno dei tubi di lamiera del diametro di 2100 mm. che si innoltra entro un condotto sotterraneo per quasi tutta la larghezza del locale ed alimenta, con una ramificazione curva ascendente, il cassone della turbina. Su questo ramo di tubo è messa una grande valvola a farfalla od a disco di cui la tav. 15 mostra il modo di manovra, e dal fondo di essa si diparte un tubo di 630 mm. di diametro il quale serve al duplice scopo di vuotare la condotta quando occorre, e di portare gli eventuali aumenti di pressione, dovuti a colpi d'ariete, su una valvola di sicurezza a doppia sede. Quest' ultima non può dirsi sufficiente a dare una garanzia assoluta ma costituisce pur sempre in concorso della elasticità del tubo, e della cassa del motore un mezzo di prevenzione contro i guasti temibili in causa di una troppo brusca chiusura del distributore della turbina.

L'acqua in pressione entra nella cassa del motore, che per maggior sicurezza s'è fatto di lamiera d'acciajo (costruzione della Ditta Larini Nathan di Milano), e quì trova i due anelli che costituiscono i distributori fissi della turbina. Attraverso le palette direttrici di questi ultimi l'acqua passa alle due ruote mobili che hanno profilatura cen-

tripeta e quindi alla camera ed al tubo centrale di scarico. Entro tale camera deve verificarsi una aspirazione corrispondente all' altezza di caduta che sta sotto al piano orizzontale medio delle turbine per il che nessuna parte della caduta disponibile dal pelo d'arrivo al pelo di scarico dovrebbe andare perduta.

Le ruote mobili girano in un ambiente rarefatto ed è desiderabile che si possa sorvegliare la depressione di tale ambiente a mezzo di opportuni manometri e la si possa eventualmente correggere se per mancanza o per eccesso d' aria (la quale si sviluppa e si svolge dall'acqua) il buon reggime di funzionamento viene ad alterarsi. E difatti se nella camera dove scaricano le due ruote mobili avesse a regnare la pressione atmosferica ne deriverebbe la perdita di tutto il lavoro corrispondente alla parte di caduta che è al dissotto del piano medio delle turbine.

Fra le palette direttrici esterne *b* e le palette *c* della ruota mobile è interposto un anello *a* che porta dei pezzi di palette opportunamente inclinati e destinati ad otturare le luci di efflusso dell' acqua dai distributori. Lo spessore dell'anello cagionerebbe un difetto di continuità nella guida dell'acqua che effluisce dal distributore per andare alla ruota mobile, epperò la casa costruttrice ha ideato di prolungare le palette direttrici colla aggiunta di una lamiera che si protende verso le palette della ruota mobile attraverso all' intervallo occupato dall' anello otturatore. Ne deriva che la vena d'acqua, a turbina tutta aperta, è meglio guidata perchè passa fra la lamiera di prolungamento delle direttrici ed il dorso delle palette dell'otturatore, le quali quando questo è aperto, sono tutte sotto alle palette direttrici e formano come la continuazione di queste. Se si vuole chiudere l' otturatore non si ha che a farlo girare a mezzo del pignone *e* ed in senso contrario a quello delle sfere dell' orologio con che le palette dell' otturatore si accostano man mano alle lamiere di prolungamento delle direttrici ed intercettano il passaggio dell' acqua. La sez. C. D. delle figure quì contro indica convenzionalmente un quarto di ruota a luci tutte aperte, un quarto a luci mezzo chiuse ed un quarto a luci tutte chiuse. È ovvio che nel fatto le luci dovranno essere o tutte aperte, o tutte mezzo chiuse o tutte chiuse. La disposizione è pratica ed ingegnosa, e solo si può obbiettare l' interruzione di continuità che deriva per la vena quando si chiude la turbina solo parzialmente. L' inconveniente non ha però valore alcuno attesochè la turbina è

calcolata per un minimo di quantità d'acqua che deve ritenersi sempre disponibile. Se si parzializza il motore per altre ragioni indipendenti

dalla competenza d'acqua ed anzi si fa rifiutare quest'ultima dalle turbine, non è più il caso di preoccuparsi d'una eventuale diminuzione di rendimento imputabile alla meno buona introduzione dell'acqua nella ruota mobile.

La figura surriportata, quantunque non rappresenti che uno schema della regolazione adottata per le turbine di Paderno, agevola di molto l'intelligenza della tav. 15 sulla quale si vedono appunto i due anelli otturatori e se ne vede la manovra che è fatta a mezzo di un servomotore (costruz. Ganz e C. di Budapest) comandato da un regolatore centrifugo. Ed ancor meglio tale manovra appare sulla tav. 16 dove sono rappresentati il regolatore ed il servomotore nonchè la pianta della turbina.

Il problema della regolazione di una turbina di grande potenza che sia destinata al comando di un generatore di energia elettrica non ha ricevuto fin qui una soluzione definitiva. Già lo dicemmo parlando degli impianti di Chèvres e di Rheinfelden in cui si impiegano appunto regolatori e servomotori con olio in pressione. E non solo si dubita del meccanismo in sè ma si esclude anzi che un certo numero di turbine identiche provviste di regolatori esattamente eguali possa essere

regolato in guisa che tutte le turbine funzionino collo stesso numero di giri, beninteso entro quei limiti di precisione e sensibilità che sono imposti dal caso speciale. Ed in tale persuasione si viene a preferire il comando simultaneo della regolazione, per tutte le turbine di una centrale di energia elettrica, fatto col sussidio di motorini elettrici per la manovra di ciascun otturatore, ma governato da una sola volontà, e cioè da quella di chi, stando al quadro, regola l'andamento della centrale.

La regolazione adottata a Paderno differisce da quella fatta a Rheinfelden ed a Chévres in quanto il servomotore agisce sotto l'impulso della pressione naturale della colonna d'acqua di cui si dispone, invece di quella dell'olio artificialmente messo in pressione con pompe ed accumulatori.

L'acqua stessa del canale di presa debitamente filtrata, perchè i meccanismi non ne soffrano, viene adoperata per i servomotori. Una presa di riserva è fatta dalle tubazioni pel caso in cui non funzionasse il servizio dell'acqua filtrata. Una disposizione di tal genere è possibile solo laddove si dispone di forti cadute e di acqua relativamente pura. A Rheinfelden e a Chèvres la poca entità della caduta non l'avrebbe consentita.

L'apparecchio Ganz consta essenzialmente d'un regolatore centrifugo ordinario il quale porta la sua azione su di un distributore d'acqua. Con tale distributore si può togliere o dare dell'acqua in pressione ad una coppia di stantuffi collocati su di uno stesso stelo verticale e che costituiscono il servomotore propriamente detto. Se l'istessa pressione regna sopra allo stantuffo *a* e sotto allo stantuffo *b* (punteggiati sulla tav. 16), ambedue gli stantuffi ed il loro stelo restano immobili; se invece sotto allo stantuffo *b* o sopra allo stantuffo *a* viene aperta una via di scarico all'acqua in pressione, i due stantuffi ed il loro stelo scenderanno o saliranno attesa la preponderanza della pressione esercitata sullo stantuffo *a* superiore o su quello *b* inferiore.

Il movimento dello stelo è utilizzato con una dentiera per muovere il settore dentato che trovasi montato sull'albero *c c* di comando degli otturatori del motore. Contemporaneamente al ruotare del settore di comando, nell'un senso o nell'altro, con che si aumenta o si diminuisce la massa d'acqua ammessa sulle turbine, regolasi anche colla biella *d d* il robinetto *e* che dà l'acqua al distributore, e ciò per menomare la pressione dell'acqua sugli stantuffi e cioè rallentare rispettivamente il movimento tanto ascensionale che discensionale dei medesimi e moderare l'azione regolatrice subito dopo averla iniziata.

A Paderno si è adottata la doppia regolazione e cioè la regolazione autonoma ed automatica di ciascun motore e la regolazione contemporanea e comune di tutti i motori dal quadro. A ciascuno dei regolatori centrifughi è infatti applicato un piccolo motore trifase il quale, a seconda del senso di rotazione, tende o rallenta una molla antagonista del pendolo conico, venendo così a modificare la velocità di regime del regolatore. Questi motori sono comandati dal quadro generale di distribuzione e l'elettricista di servizio può variare a volontà la velocità delle turbine o, se marciano in parallelo, il carico relativo.

Quanto alla eccitazione nell'impianto di Paderno è provvisto a mezzo di una dinamo a corrente continua montata sullo stesso albero di ciascuno degli alternatori e dei motori. Negli impianti dove le dinamo di eccitazione sono separate dalle generatrici e mandate da una speciale turbina, è indispensabile di provvedere ad una regolazione automatica ed autonoma dei motori a mezzo di regolatore a servo-motore od anche di regolatori semplicemente meccanici.

Le turbine di Paderno sono costituite da parti divise nel senso dell'asse, facilmente smontabili colla apposita gru e cioè il coperchio per primo, poi l'asse colle due ruote ed i distributori lasciando in posto i due sopporti.

L'arrivo e lo scarico dell'acqua essendo ripartito su due ruote può effettuarsi in buone condizioni e senza velocità eccessive. La regolazione è facile e non faticosa pei meccanismi che la devono effettuare. Il doppio sistema di distributori a ruote permette di fare le palette più strette e permette di fare i mozzi staccati e collegati colle ruote mobili a mezzo di chiavarde. Ne derivano la possibilità di togliere occorrendo le ruote dai mozzi ed il vantaggio non piccolo di imbiettare i mozzi definitivamente nell'officina rettificandone sul tornio la montatura insieme alle ruote. Le spinte orizzontali si elidono interamente e gli sforzi e le vibrazioni che l'asse deve sopportare sono egualmente divisi su due punti molto vicini ai sopporti cosicchè il logoramento di questi ultimi deve avvenire nell'istessa misura. La struttura è nel suo complesso molto solida ed in nessun punto squilibrata. Ogni parte della turbina è accessibile e facilmente sorvegliabile.

Per tutto quanto abbiamo detto ci sembra che le turbine di Paderno siano pienamente rispondenti allo scopo come tipo e come costruzione, e ci auguriamo che le prossime prove abbiano a giustificare tale nostro giudizio. (*Continua*).

LE ACQUE NELLA PROVINCIA

ZELAND (Paesi Bassi).

(Vedi Tavola 18).

FRIEDRICH MÜLLER — *Das Wasserwesen der niederländischen Provinz Zeland* — *Vol. gr.* 8.° *di pag.* XXVI *e* 612 *con* 121 *incisioni nel testo e Atlante di* 10 *tavole.* — *Berlino* 1898. — *Wilhelm Ernst und Sohn.*

Lo stemma della Provincia Zeland, un leone in mezzo alle onde del mare che tentano di sommergerlo, ma sulle quali riesce a mantenersi ritto; orgoglioso e impavido, col motto *Luctor et emergo* è caratteristico, esprimendo chiaramente l'origine del paese. Infatti esso fu non solo conquistato alle onde del mare, ma la sua esistenza è continuamente da esse minacciata, e non può mantenersi, se non con una lotta senza tregua, lotta accompagnata ben spesso da terribili catastrofi, ma dalla quale esso n'esce sempre vittorioso *luctor et emergo* « Ik worstel en ontzwem ».

Le masse enormi d'acqua, che le maree lanciano nelle due Schelde occidentale ed orientale e fra gli infiniti meandri che intersecano la regione; il riflusso che ne consegue, e la natura del suolo danno luogo a fenomeni, che non si verificano altrove, ma sono speciali a questa terra; per ciò si comprende facilmente, che l'idraulica in questa provincia deve offrire delle originalità e nel complesso un carattere tutto peculiare, il cui studio merita l'attenzione degli idraulici e riesce di grandissimo interesse.

Quando si considera che dell'Olanda, di cui fa parte la Zelanda, una decima parte del suolo fu conquistata al mare, non vi è bisogno di aggiungere altro, per eccitare il desiderio di conoscere le condizioni idrauliche di un tale paese e le costruzioni relative. Ora siccome tali costruzioni e lavori non sono mai stati trattati in modo sistematico e nel loro complesso, l'opera di Müller, che ha intrapreso questo studio, torna opportunissima e di speciale interesse.

L'Autore ha diviso il suo libro in tre grandi divisioni, nella prima di esse studia le condizioni geologiche della provincia e la sua formazione colle variazioni cui andò soggetta nello spazio di dodici secoli e fino al giorno

d'oggi. Nella seconda, la più importante per gli ingegneri, descrive i procedimenti seguiti nelle varie epoche, per conquistare il terreno e per conservarlo difendendolo contro l'azione del mare; e poichè nella sua descrizione l'Autore passa in rivista i metodi usati fino dall'origine, se ne deriva un giudizio sicuro sui migliori, quelli cioè che hanno avuto la sanzione dell'esperienza attraverso i secoli e si sono conservati anche presentemente.

La terza divisione è consacrata alla storia dei vari consorzi, alla legislazione delle acque, ed alla amministrazione ed economia sociale; percui offre grande interesse non solo per gli ingegneri, ma per tutte le autorità e le amministrazioni consorziali che si occupano in qualche modo di acque; e siccome gran parte di questa divisione è dedicata alla navigazione e alle costruzioni relative, canali, porti, segnali, ecc. si comprende facilmente quanto si allarghi la cerchia delle persone a cui il libro di Müller può essere utile.

L'Autore nel suo studio è stato guidato dal concetto di risalire dal presente al passato, di derivare cioè le condizioni attuali da quelle dei tempi anteriori, basandosi su dati storici scrupolosamente raccolti e vagliati. Egli ha percorso a varie riprese la Provincia in tutte le direzioni; ha consultato le pubblicazioni ufficiali, storiche, e tecniche che vi si riferiscono; ed ha fatto capo per consigli e notizie ai principali funzionari del paese. Con questi mezzi, è naturale che l'opera, a cui Müller lavorò diversi anni, non poteva che riuscire completa ed esauriente; il metodo seguito nel redigerla e il concetto a cui s'è informato sono pei lettori sicura garanzia del valore e dell'esattezza del suo lavoro.

Una copiosa bibliografia ordinata cronologicamente e per distretti nei quali la Provincia è divisa permette di ricorrere a fonti più particolari e più ricche a coloro che animati dal libro di Müller, già per sè stesso voluminoso e completo, desiderano di allargare la cerchia dei loro studii.

Per noi Italiani, che dell'idraulica sempre abbiamo fatto oggetto di studio speciale, l'opera di Müller offre un interesse tutto proprio, sulle traccie della medesima si può vedere come le stesse leggi fisiche e idrauliche, in presenza di altre condizioni diverse da quelle che si riscontrano presso di noi, diano luogo a fenomeni tutt'affatto diversi ed a noi completamente estranei, donde ne derivano mezzi tutti peculiari di costruire e di provvedere; ma uno studio profondo e accurato, nel quale si abbia riguardo alle condizioni sopra accennate, finisce per confermare la verità delle leggi idrauliche e fare così maggiormente risaltare il valore e l'esattezza delle medesime.

Abbiamo accennato brevemente al contenuto dell'opera di Müller, poichè vista l'originalità della materia e il grande interesse che essa offre ci proponiamo di spigolare in essa, all'intento di farla meglio conoscere ai lettori del *Politecnico* e di invogliarli a studiarla per intero.

1.

La Provincia di Zelanda è la più occidentale dei Paesi Bassi, confina a occidente col Mare del Nord, a mezzogiorno col Belgio, a oriente col Brabante settentrionale e a settentrione con Zuid-Holland o Olanda meridionale. È costituita tutta di isole, ad eccezione della sua estremità meridionale, Zeeuwsch Vlaanderen, che la rilega al continente.

Le isole che la compongono sono Schouwen con Duiveland, St. Philipsland, Tholen, Walcheren, Noord e Zuid Beveland. Ha una superficie di 180 000 ettari e una popolazione di 205 000 anime, e quindi è la penultima delle undici provincie dei Paesi Bassi; però se si ha riguardo alla densità degli abitanti, prende il sesto posto, avendo 113 abitanti per Kmq.

Questa terra si può dire che per la maggior parte è stata guadagnata al mare, mediante la costruzione di opportune arginature; quando esse abbiano avuto origine, non è possibile di stabilire, però è accertato che la metà circa (90 000 ettari) del suo territorio, nel corso dei secoli sia stato conquistato in tal modo. Una parte però è andata di nuovo perduta, sommersa dalle acque, e si calcola a 28 000 ettari circa.

Facendo astrazione dei canali che separano e circondano le varie isole, si può ridurre la rete dei corsi d'acqua della Provincia a tre principali: La Schelda occidentale, la Schelda orientale e il Grevelingen e Krammer (1). Questi corsi d'acqua non hanno però il carattere di fiume, specialmente le due Schelde, ma invece quello di bracci di mare. La Schelda orientale per di più non conduce nemmeno acqua di fiume, poichè è separata dal suo corso originale e dall'altra Schelda mediante l'argine della ferrovia, che da Breda e Berga conduce a Middelburg il quale ne intercetta completamente il corso. Aggiungasi che la distanza fra le due sponde è da quattro a cinque chilometri; la profondità del canale varia fra i 30 e 50 metri; e la marea vi ha libero giuoco senza ostacoli.

Ne segue che e per le condizioni esposte, e per ragioni finanziarie non si fecero mai lavori di sistemazione, come negli altri fiumi dell'Olanda, allo scopo di regolare e mantenere un canale navigabile; i corsi d'acqua furono invece lasciati sempre in balia di sè stessi; mentre tutti i lavori eseguiti non ebbero mai altro scopo, che quello di conquistare e conservare il terreno, e solo in quanto i medesimi contribuivano a mitigare la natura selvaggia dei fiumi, ne derivava un vantaggio a favore del regime dei corsi d'acqua e della navigazione sui medesimi.

È singolare il modo di formazione del paese, ed ha luogo in due diverse maniere. Nell'una per un procedimento analogo a quello che si verifica

(1) Il suo nome intero è Brouwershavensche Zeegat, Bieningen o Grevelingen e Krammer.

nei fiumi, ossia per alluvione passando per tre gradi distinti; nell'altra per effetto di isole che sorgono alla superficie delle acque.

Il procedimento per alluvione comincia con fondi fangosi lungo le arginature e le coste del paese esistente, che appariscono a marea bassa e si elevano al massimo fino al livello del flusso ordinario; si chiamano Slikken.

Quando essi, pei depositi che continuano a sovrapporvisi, raggiungono l'altezza di 30 centim. circa sull'alta marea, la vegetazione comincia a diventare possibile e vi si manifesta; si ha così il secondo stadio, che nel paese chiamasi Aanwas. Finalmente il terzo periodo si ha quando il nuovo terreno ha raggiunto tale un'altezza, da mantenersi insommergibile nelle più alte maree e allora prende il nome di Schor; si copre di una specie d'erba particolare e viene destinato a pascolo.

L'altro procedimento avviene, come si disse, per isole, e il terreno che sorge in mezzo alle acque, d'ordinario sopra un banco di sabbia, chiamasi Opwas ed è costituito da depositi argillosi che le acque del mare poco a poco vi lasciano. In questo modo si sono formate molte parti del paese, le quali vengono poi subito circondate da argini, per mantenerle e difenderle contro la violenza delle onde; con ulteriori arginature si riunirono poi varii di questi Opwas dando luogo a isole maggiori.

Da questo stato di cose risulta evidente che lo spazio riservato alle acque va sempre più diminuendo; i fiumi a lungo andare si restringono, e il flusso e riflusso del mare non potrà più fare sentire la sua azione tanto adentro nella Provincia; e così in apparenza non sembra priva di fondamento l'opinione emessa da taluni, che verrà giorno nel quale i fiumi non avranno più la forza di smaltire le loro acque in modo regolare Ma non si deve scordare che la formazione del paese coi procedimenti esposti è in intima relazione con l'azione dei fiumi stessi, i quali portano, è vero, una quantità di materie da cui il procedimento può avvantaggiarsi, ma convogliano altresì una massa d'acqua capace di interromperlo, e fra il fenomeno alluvionale e l'azione delle correnti deve stabilirsi uno stato di equilibrio, che regolerà la formazione di nuove terre. E ciò indipendentemente dalle invasioni che il mare non mancherà di fare in avvenire come ha sempre fatto per lo passato, inghiottendo di nuovo porzione di quelle terre, che gli furono conquistate. Perciò l'apprensione che dall'opinione sopra annunciata può derivarsene, non deve menomamente preoccupare.

Non tutta la Provincia è arginata, in alcuni luoghi le dune di sabbia la proteggono naturalmente; però questi tratti hanno poca estensione e sopra 530 Km. di riva, non contano che una lunghezza di 50 Km.; il resto è tutto protetto da argini artificiali, muri, ed altre difese.

La superficie del paese è in generale di poco elevata sul livello della marea ordinaria; quando il terreno ha raggiunto dai 30 ai 50 cent. su tale livello si ritiene opportuno il momento per arginarlo; dopo che ciò è avvenuto il terreno si riabbassa lentamente per effetto di un assettamento naturale, dovuto forse al prosciugamento che si ha cura di mantenere. Le differenze fra i livelli medi della bassa e dell'alta marea sono diverse nei

vari punti della Provincia; verso la Schelda occidentale si possono ritenere da metri 2,71 a 3,48; e verso la Schelda orientale da 3,53 a 4,33 metri. Queste grandi differenze, insieme con la sopraelevazione del paese sul livello delle alte maree, facilitano lo scolo naturale verso il mare mediante chiuse che si aprono al riflusso; perciò, salvo qualche eccezione, lo scolo avviene naturalmente e senza bisogno di mezzi meccanici, come invece è il caso più ordinario dei polder delle altre provincie olandesi.

La manutenzione di queste arginature e la conservazione del paese, richiede dei continui lavori; per l'esecuzione di essi si sono costituiti dei consorzi, i quali si classificano in due categorie; consorzii liberi quelli che provvedono alle spese necessarie pei lavori cui attendono, con mezzi propri e senza il concorso di enti pubblici; e consorzi sussidiati, quelli che non sono in grado di lottare contro le acque coi soli mezzi propri, in causa della violenza straordinaria delle medesime, e vengono perciò sussidiati dal Governo, il quale ne ha anche la sorveglianza; essi chiamansi nel paese Calamiteuse Polder. La riunione di più polder forma una Waterschap.

2.

La natura del sottosuolo della Provincia Zelanda non era mai stata studiata per lo passato, e perciò riusciva difficile la spiegazione di certi fenomeni, che provocavano una sommersione di parti di paese. Solo dal 1873 al 1877 si intraprese una serie di saggi distribuiti sistematicamente, in modo che il risultato permise di conoscere con esattezza la natura del sottosuolo. Senza entrare nei particolari di esecuzione e nei risultati geologici che si trovano esposti nel libro. del sig. Müller, noi diremo solo che per rapporto alla consistenza il terreno si possa dividere in 3 categorie: sabbia, argilla e terra vegetale. Perciò si comprenderà facilmente che là dove si hanno strati di sabbia, l'acqua vi ha buon giuoco, e il suolo si trova continuamente minacciato e in pericolo. Uno strato di torba avente uno spessore variabile da metri 0,75 a 2 metri, si estende quasi su tutta l'isola Walcheren, nella maggior parte di Zuid Beveland, e sulle più antiche di Tholen; apparisce poi nuovamente in Zeeuwschi Vlaanderen; e pare anche in parte su Schouwen. La sua superficie si trova in alcuni punti solamente a circa un metro o un metro e mezzo sotto la bassa marea; mentre in altri è più elevata; in Tholen sorpassa di 30 a 40 centim. la marea bassa.

La storia documentata di questa provincia si può incominciare dall'epoca romana; Giulio Cesare è il primo che ne dia una descrizione completa, e dopo di lui molti altri autori ne fecero menzione. Noi non intendiamo di esporre qui la storia del paese e le variazioni cui andò soggetto; ci basterà di dire che ai tempi di Giulio Cesare le isole zelandesi si trovavano nella baia dove il Reno, la Mosa e la Schelda sfociano in mare. In allora però

il corso principale della Schelda non era l'odierna Schelda orientale, ma bensì la Striene, che passa vicino alla città di Tholen e per la quale la Schelda andava a immettere nella Mosa. Il paese però non doveva offrire allora che l'aspetto di terreni paludosi, intersecati da numerosi corsi d'acqua; e doveva andare spesso soggetto a inondazioni per parte delle acque del mare. Si ricorda quella dell'ottobre 1014 come una delle più notevoli, della quale si hanno notizie sicure; in quell'epoca già esistevano delle arginature; mentre nel 600 pare non ve ne fossero affatto. I due rami della Schelda si erano accentuati in modo definitivo, e un terzo correva tutto il lungo di Zeeuwsch Vlaanderen separandola dal continente.

Le variazioni subite dalle singole isole sono numerose e la storia ne è documentata fino ad oggi; essa stabilisce così in modo sicuro la formazione delle medesime. Müller l'espone singolarmente per ciascuna delle isole con molta accuratezza, riferendosi ognora ai documenti relativi, sulla traccia dei quali ci conduce allo stato attuale del paese.

Tali storie si rassomigliano tutte, quella dell'una equivale a tutte le altre. In origine abbiamo una serie di isolotti ben definiti e separati gli uni dagli altri da larghi canali; poco a poco per mezzo di arginature si chiudono i canali piccoli e si restringono i grandi, con che si riuniscono i minori isolotti in gruppi e se ne accresce l'estensione; l'acqua viene obbligata ad allontanarsi, ma non cede con tanta facilità e tenta di riprendere le posizioni perdute; e così ha origine una lotta continua, che si è protratta fino ai tempi nostri, e deve necessariamente perdurare in avvenire, poichè il giorno in cui gli uomini si stancheranno di lottare, il mare riprenderà il sopravento e inghiottirà il paese. Ma come in tutte le lotte, or l'uno or l'altro degli avversari riesce vittorioso, così pure in questa, che i zelandesi combattono col mare, non sempre essi sono stati vittoriosi, e bene spesso le onde hanno invaso e sommerso i terreni acquistati; e la storia di ciascuna delle isole che costituiscono la Provincia enumera una lunga serie di tali catastrofi.

Per dare un'idea ai lettori del *Politecnico* dei risultati ottenuti, e dimostrare così l'origine delle singole contrade costituenti la Zelanda, esporremo le cifre seguenti, che ricaviamo da una carta del 1200 circa. In quell'epoca l'isola Schouwen si componeva di 7 isolotti; Duiveland di 5; St. Philipsland di 2; Tholen di 9; Walcheren di 10; Nord Beveland di 5; Zuid Beveland di 18; ed ora gli isolotti si sono riuniti in gruppi dando luogo alle 7 isole nominate. Zeeuwsch Vlaanderen fa ora interamente parte del continente senza interruzione alcuna; un solo braccio della Schelda occidentale s'interna alquanto nel paese, mentre nel 1200 non solo un largo ramo della Schelda, che prendeva origine al punto attuale di biforcazione, separava tutto questo terreno dal continente, ma esso stesso era suddiviso nientemeno che in 24 isolotti minori, separati gli uni dagli altri da larghi canali, tanto che l'estensione della superficie acquea era di poco minore di quella del terreno.

Se si volessero anche solamente enumerare i fortunali e le burasche

che danneggiarono le varie parti della Provincia, ne risulterebbe una lista lunghissima. Fra tutte le isole quella che ha avuto la sorte più strana è Noord Beveland, poichè per 66 anni dal 1532 restò sommersa completamente e quando potè gradatamente (1598, 1602, 1616) rialzarsi, la sua superficie era stata cambiata da uno strato di argilla che vi si era sovrapposto. Anche prima, nel 1288 era già stata innondata e la costa settentrionale di essa rimase per 12 anni sotto la superficie delle acque. Questa isola offre inoltre la particolarità, che si riscontra pure in Zeeuwsch Vlaanderen, che le parti di terreno sommerso e riacquistato, non si ripresentano sempre nelle stesse condizioni primitive. Le arginature preesistenti spariscono spesso affatto, e gli isolotti che si riacquistano, si raggruppano diversamente che non lo erano prima. Ciò non avviene, o per lo meno non è avvenuto nelle altre isole, dove di solito quando una porzione di terreno sparisce, il nucleo è quasi sempre visibile o facile a ritrovarsi e la riconquista si fa intorno al medesimo dandogli presso a poco la forma primitiva cosicchè si ripresentano gli stessi isolotti e si rilegano nei medesimi gruppi di prima. Il che abbiamo detto non fu il caso per Noord Beveland e Zeeuwsch Vlaanderen.

Da una carta che rappresenta la Zelanda nel 1274, si rileva che all'estrema punta occidentale di Walcheren esisteva un'altra isola Schoonvelde, la quale fu sommersa in epoca, di cui non si è conservato ricordo, per non più apparire.

3.

Per la Provincia di Zelanda l'anno 1860 segna una data importante nella storia della sua difesa contro gli attacchi delle acque; poichè da quell'epoca comincia un'amministrazione ed un indirizzo con unità di concetto nelle opere da eseguirsi; mentre prima si facevano in modo abbastanza irregolare e secondo il capriccio del momento. Fu innanzitutto nominata una Commissione coll'incarico di riconoscere e segnalare quelle sponde che erano minacciate dalle acque e che la loro difesa era d'interesse per la Provincia in generale e in particolare pei Polder sussidiati: non senza escludere quei Polder liberi, che per la loro posizione potevano esercitare un'influenza sulle opere di difesa delle sponde minacciate. Alla stessa Commissione venne dato incarico di studiare i vari sistemi di difesa e di protezione impiegati per lo passato, e i risultati ottenuti, e di dedurne opportune conclusioni sulla loro maggiore o minor convenienza. Essa doveva inoltre indagare le spese fatte negli ultimi vent'anni per questo genere di opere, e compilare un preventivo per quelle da eseguirsi secondo le sue proposte, ripartendole in varii anni, per non impegnare il bilancio della Provincia oltre le somme all'uopo già stabilite.

Dopo che la Commissione ebbe ultimato il suo lavoro e riferito al Ministero, si creò nel 1882 un'Autorità provinciale per le acque (Provinciale Waterstaat) la quale era destinata ad imprimere a questo ramo di ammi-

nistrazione un impulso grandissimo ed eminentemente tecnico, dal quale ne derivarono poi i migliori risultati per le opere di difesa e conservazione delle sponde. Questa nuova Autorità corrisponde agli Uffici tecnici provinciali nelle nostre provincie; mentre lo Stato ha la propria autorità tecnica nel cosidetto « Rijks Waterstaat » che corrisponderebbe da noi al Genio Civile governativo (pel servizio idraulico). Le competenze fra i due Uffici vengono ripartite in modo che i polder liberi e i consorzi di vari polder, nella parte idrotecnica dipendono dal Waterstaat provinciale; mentre pei polder sussidiati ha un' ingerenza il Rijks-Waterstaat.

Dal Rapporto della Commissione, di cui si disse più sopra, si rilevano le notizie relative alle opere di difesa in uso prima del 1860.

Per ben comprendere la natura di esse, è d' uopo anzitutto conoscere i danni che si verificavano lungo le sponde della Provincia, e che si trattava appunto di riparare o di prevenire. Questi, e per le condizioni geologiche del paese e per l'esposizione speciale all'azione delle acque in cui si trova, sono così particolari, che ad eccezione dell'isola Goederede (nella Provincia dell'Olanda meridionale) non si riscontrano, non diremo solo nelle altre parti dei Paesi Bassi, ma in nessun paese d'Europa

Questi fenomeni consistono nello sprofondamento più o meno repentino di un tratto di sponda, specialmente di quelli che la marea copre e il riflusso mette a secco, e dietro i quali si trovano gli argini che proteggono i Schorren, ossia i terreni che già hanno acquistato una certa altezza al disopra della bassa marea. Lo sprofondamento travolge spesso anche l'argine in tutto o in parte, e dà luogo a fondali davanti al terreno che resta, pericolosi e che a loro volta diventano cause di ulteriori sommersioni.

Sebbene gli antichi ingegneri non siano pervenuti a spiegare le cagioni del fenomeno descritto, più per mancanza di nozioni geologiche sul sottosuolo della Provincia che peraltro, pure già fino dal 1771 Nebbens descriveva il manifestarsi di essi con precisione e in tutti i suoi particolari come segue:

Si manifestano subitaneamente, all'improviso e senza indizi preventivi.

Tutta la parte sottoscavata e che va a sprofondarsi, non sparisce sempre d'un tratto, ma talvolta a pezzi. Il gorgo che nasce per effetto dello sprofondamento presenta contorni ripidi, forma irregolare, e fondo non piano.

I gorghi hanno generalmente una o più uscite verso la profondità del canale più vicino.

Lo sprofondamento avviene spesso a bassa marea in acque tranquille e nell' empifondo o mare d'equinozio col vento di terra.

D' ordinario si verificano:

a) Là dove dominano forti correnti o maree rasentando le sponde o battendole con gagliardia, od anche dove esistono dei vortici.

b) Dove la differenza fra il flusso e il riflusso è notevole e questo su quello prevale.

c) Dove le sponde sono a picco e i canali profondi.

d) Dove il suolo è costituito da strati consistenti, che riposano sopra terreni sabbiosi od altri, ma di nessuna consistenza.

Gli sprofondamenti avvengono assai più di rado dove tempeste di mare battono contro la sponda.

I moderni hanno confermato queste osservazioni, ma hanno precisato meglio e distinto fra sprofondamento e scoscendimento; ma di ciò diremo più innanzi; ora vogliamo accennare ai provvedimenti che si usavano prima del 1861 per ovviare o riparare agli inconvenienti esposti. Essi possono classificarsi in cinque categorie come segue.

1) *Argini di riserva.* — È questo il sistema più antico e consisteva nel costruire un argine in ritiro, con che non si faceva altro che abbandonare il terreno più avanzato per proteggere quello indietro; quindi non si riparava nulla e molto meno si preveniva od ovviava al pericolo dello sprofondamento, poichè la riva restava sempre esposta all'azione delle acque. Con questo metodo, che si trova menzionato già al 1290, si veniva a perdere molto paese e per farsene un'idea anche lontana basta gettare uno sguardo sopra una carta antica di Zelanda e paragonarla colle moderne. Aggiungasi che gli argini si costruivano troppo deboli, perciò nel sedicesimo secolo si pensò di rinforzarli con dei rivestimenti di paglia; ma con ciò non si eliminavano gli inconvenienti segnalati.

2) *Repellenti.* — Anche queste costruzioni sono molto antiche, poichè ad onta degli argini in ritiro, in altri punti si eseguivano contemporaneamente dei repellenti; si riconobbe però subito che essi erano più di danno che di vantaggio; infatti invece di allontanare l'attacco della corrente, provocavano la sua azione dando luogo ad una profondità che andava aumentando verso l'estremità dal lato del mare; e così veniva attaccata e corrosa non solo la sponda ma anche il repellente, mentre l'opposta sponda veniva lasciata tranquilla e spesso vi si producevano dei depositi alluvionali.

3) *Argini cavedoni.* — Nel diciottesimo secolo si escogitò l'idea di costruire dei cavedoni, con cui speravasi di arrestare l'azione corrodente delle acque, interrompendo il suo passaggio, e lasciando solo una piccola comunicazione secondo che il colmo dell'argine veniva elevato al disopra o tenuto sotto la marea bassa. Si fecero degli esperimenti in grande, in tre o quattro punti; e le relazioni sul risultato dei medesimi sono assai favorevoli; ma furono scritte senza aspettare che l'esperienza sanzionasse l'efficacia del sistema, ciò che poi non avvenne, anzi dopo un certo tempo si verificarono sprofondamenti, rotture e corrosioni che asportarono ogni cosa.

Per verità i cavedoni erano stati costruiti troppo deboli, con scarpate troppo poco inclinate; e queste al piede prive di qualsiasi difesa contro il ripiegarsi delle maree, e finalmente senza un raccordo solido alle sponde. In generale però gli ingegneri moderni del sito ritengono il sistema dei cavedoni affatto difettoso e inefficace per larghi e profondi canali; mentre lo raccomandano per canali stretti assai e pochissimo profondi; si deve però studiare bene le condizioni locali e adattare i cavedoni alle medesime.

4) *Fascinaggi.* — Queste opere non sembrano risalire oltre il dicias-

settesimo secolo, almeno nella loro esecuzione sistematica e regolare come si fanno oggi; poco a poco però vennero in onore e dal 1736 in poi si trovano in vari punti del paese.

Essi venivano eseguiti a strati di fascine alternati con strati di pietra; in modo analogo alla descrizione che noi abbiamo già data in altro periodico (1). Essi sono ottimi quali difese delle sponde, poichè si adattano bene alla direzione di queste e ancora meglio al fondo; le correnti non trovano così un passaggio per asportare la sabbia per disotto, e vi si rompono contro senza corrodere la sponda. Essi poi sono incorruttibili nell'acqua e solo vanno difesi contro le teredini.

La corrente per l'attrito che ne risente si attenua e gli strati più profondi assumono una velocità molto limitata, che finisce per essere inocua anche al fondo. Non occorre poi armare tutta una sponda di fascinaggi in modo continuo, ma si può procedere per intervalli, sorvegliando colla sonda il comportarsi del fondo e quindi il momento opportuno per l'esecuzione di quelli ritardati. Ciò permette di ripartire la spesa in vari anni, e quindi su diversi bilanci, con gran vantaggio della finanza pubblica. Non dappertutto però questa costruzione a tratti interrotti si è mostrata conveniente, poichè in varii siti la corrente ha attaccato i tratti non difesi e sottoscavati in modo che ne avvennero degli sprofondamenti i quali coinvolsero e trascinarono pure delle parti di fascinaggi delle armature adiacenti, e ciò prima di dare tempo alla costruzione di quelli che mancavano. La durata poi dei fascinaggi, ad onta della loro incoruttibilità, lascia a desiderare, e ciò in causa del forte attrito che esercita la corrente sulle parti esposte.

5) *Gettate di pietra.* — Questo sistema ha avuto origine dalla necessità che la conservazione dei fascinaggi ha fatto nascere di proteggerli mediante ricarichi di pietre o massi fino a caricarli con 10 000 Kilg. per 100 metri quadrati, e che fu poi accresciuto fino a 30 e 80 tonnellate per 100 metri quadrati. Lo spessore dello strato di copertura deve essere per lo meno di 60 centim., poichè diversamente non si può avere la certezza che la copertura sia generale in causa delle difficoltà di operare sotto acqua, specialmente a grandi profondità; molte pietre rotolano lontano, perciò quando la sponda è ripida si usa di assegnare al rivestimento una dimensione maggiore nell'alto che non al piede, appunto perchè le pietre che rotolano al basso l'ingrossano già oltre il necessario. In molti punti si fece a meno di fascinaggi e la difesa si ridusse alla copertura della sponda fino al fondo semplicemente con massi di 80 tonnellate circa per metro quadrato.

Dal rapporto della Commissione si rilevano le spese fatte pei lavori di difesa dei polder sussidiati, ossia per quelli nei quali il Governo contribuisce,

(1) V *L'Ingegneria Civile*, 1897 — *I lavori pubblici nel Cantone di Vaud*, pag. 23 e 24.

e ciò dal 1829 fino al 1861. La somma totale ascende a L. 9 265 410 (2) ripartita come segue in periodi di 5 a 6 anni:

					Media annuale
Dal	1830	al	1835	Lire 1 718 010	Lire 286 335
»	1836	»	1840	» 1 245 720	» 249 144
»	1841	»	1845	» 1 378 860	» 275 772
»	1846	»	1850	» 464 940	» 92 988
»	1851	»	1855	» 1 401 960	» 280 392
»	1856	»	1861	» 3 055 920	» 509 320
				Lire 9 265 410	Lire 289 543

Dalle cifre riportate si scorge che la media annuale non fu sempre a un di presso la medesima, però nei primi 16 anni si mantenne dentro limiti non troppo lontani, e così nel quinquennio 1851-55; mentre nel precedente era discesa a 93 000 lire circa, e nell'ultimo periodo, ossia dal 1856 al 1861 salì a L. 509 320. Probabilmente le differenze che si rilevano, non provengono tutte dalla maggiore o minore quantità di lavori eseguiti: ma piuttosto dalle somme stabilite in bilancio, dalle quali gli ingegneri non dovevano scostarsi di molto. Negli ultimi anni il Governo riconobbe che la somma stanziata annualmente per sussidio non era proporzionale ai bisogni, e l'aumentò fino a lire 567 000; perciò nello specchietto sopra dato la media dell' ultimo periodo è salita a 509 320 lire.

4.

Dopo il 1860 gli ingegneri si occuparono in modo più particolare di studiare le cause che danno luogo alla scomparsa del terreno. Essi hanno creduto di introdurre una distinzione fra *sprofondamento* e *scoscendimento* nella manifestazione del fenomeno; ma in realtà, secondo noi, la differenza che nella definizione delle due voci è grande, nel fatto poi è così piccola e non sempre apprezzabile, che in molti casi le due forme quasi si confondono. Il lettore giudichi da sè esaminando le figure da 1 a 6 (tav. 18); la 1.ª rappresenta la pianta di una tratta di sponda dove appunto si è verificato uno scoscendimento, il quale è indicato nella fig. 2 da una sezione longitudinale secondo la retta A B.

Le fig 3, 4, 5 rappresentano invece con un profilo longitudinale lungo la retta di maggior abbassamento, sprofondamenti avvenuti in altri tratti di sponda dei quali, per semplicità, non diamo la planimetria che di uno solo (fig. 6), non essendo necessarie le altre per comprendere il fenomeno. La sezione della fig. 5 è rilevata secondo la retta G H della pianta della fig. 6. Ora ecco come vengono definite le due forme del fenomeno:

(2) Il fiorino contato a lire 2,10 italiane.

Vi ha sprofondamento quando per una ragione qualsiasi, una porzione del sottosuolo in un dato punto al disotto delle acque si sposta verso mare in direzione presso a poco orizzontale, cosicchè verso terra ne deriva uno sprofondamento considerevole, che si estende sopra una certa superficie. La escavazione che si produce non ha di solito la forma di segmento di circolo poco incurvato colla corda dal lato del corso d'acqua, come sembrerebbe dovesse essere, ma invece è un vero buco che s'interna nella terra e vi si allarga, con una apertura verso mare relativamente ristretta. Nella direzione dello sprofondamento perpendicolare alla sponda, il terreno si presenta orizzontale (fig. 3, 4 e 5) per una lunghezza notevole, mentre il raccordo colla golena o ripa rimasta avviene mediante una scarpata assai più ripida.

Lo scoscendimento invece (fig. 1 e 2) si manifesta quando per effetto della corrente la scarpata che presenta la sponda non si mantiene più e scoscende per acquistare un'inclinazione corrispondente alle nuove condizioni d'equilibrio del terreno. Il profilo longitudinale, per opposizione a quello dello sprofondamento, non è presso a poco orizzontale, ma sempre inclinato; e vicino alla sponda non si ha un buco, come nel caso precedente, ma la forma di un segmento allungato.

Dalle definizioni si scorge già che la causa del fenomeno nei due casi è diversa; infatti nello sprofondamento sembra dover procedere dall'interno all'esterno, quasi spinta che obblighi il terreno sottostante a muoversi nella direzione verso il mare; ed è evidente che tolto così il fondamento su cui riposava il suolo, questi deve sprofondare e dar luogo a quel buco che abbiamo descritto.

Nello scoscendimento invece il fenomeno è superficiale, ha luogo cioè alla superficie della scarpata della sponda, e non abbisogna dell'intervento di una forza interna, ma l'azione della corrente che rammollisce la terra di cui è costituita, le toglie la coesione e l'obbliga a scoscendere. Però a noi sembra che anche in questo caso non si possa escludere l'azione interna, la quale forse più che l'esterna modifica la consistenza del terreno e gli toglie la coesione primitiva, cosicchè anche senza spinta il terreno finisce per scivolare e scoscendere. In ogni modo sono queste le opinioni che godono l'approvazione della maggioranza dei tecnici ed ammettendo la spiegazione da noi data, si viene a rendere meglio ragione del perchè non sempre riesce facile il distinguere i due fenomeni, appunto perchè la causa è la medesima e solo quando si manifesta in grado forte e quindi spinge, produce uno sprofondamento, mentre quando il terreno si è già tanto rammollito da non attendere l'effetto della spinta e da subire invece quello della corrente esterna, scoscende.

A confortarci in questo nostro modo particolare di vedere valgono le considerazioni seguenti, che fanno gli stessi ingegneri zelandesi.

La cagione principale tanto degli sprofondamenti, quanto degli scoscendimenti consiste sempre nell'erosione prodotta dalla corrente; in modo generale si può ammettere che i primi avvengono nel terreno sabbioso

senza coesione, che perciò è permeabile all'acqua nel massimo grado; una grande profondità davanti la ripa, prodotta appunto dall'azione delle correnti di flusso e riflusso contribuisce a provocarli. È naturale che la natura del terreno vi deve influire, e infatti se si tratta di terreno alluviale, lo sprofondamento è meno facile, perchè vi è sempre commista della belletta che ne accresce la cementazione, ciò che non è il caso dei terreni diluviali.

Però nessuna natura di terreno può rimanere senza difesa, poichè tutti quelli, che i saggi eseguiti hanno rivelato nel sottosuolo della provincia, sono attaccabili; financo i terreni dell'epoca terziaria. Il rammollimento che la penetrazione dell'acqua vi produce, dà loro il carattere di materie fluide, il che spiega la formazione di uno sprofondamento col relativo scattar fuori in direzione quasi orizzontale del terreno. In quali circostanze ciò avvenga, non è ancora ben chiarito, ma le numerose osservazioni fatte pare autorizzino ad ammettere un processo complicato dovuto all'azione della capillarità ed alla pressione idrostatica.

La prima dipende dalla già menzionata penetrazione dell'acqua nel terreno e quindi vi possono influire tutte le condizioni che si connettono coll'andamento delle correnti; si sono perciò negli ultimi ottant'anni osservate le manifestazioni degli sprofondamenti e scoscendimenti, e contemporaneamente le altezze delle maree, e si è riconosciuto che in generale, quelli sono preceduti od accompagnati da differenze considerevoli nelle altezze della marea e si può ammettere che il principio di uno sprofondamento coincide quasi sempre col riflusso, o lo precede e tanto più quanto più bassa è la marea, come nelle sizige. Un rumore sordo, come il rimbombo del tuono, annunzia il fenomeno prima ancora, che esso avvenga; il che parrebbe dimostrare che lo sprofondamento non si verifica già contemporaneamente sopra tutta l'estensione dove in seguito apparisce, ma a tratti singoli, cominciando dalla parte più profonda.

La pressione idrostatica è in intima relazione colle acque freatiche dei polder situati dietro le ripe dove avvengono gli sprofondamenti. Per effetto delle maree massime e dei riflussi minimi, il pelo freatico si eleva ad un'altezza maggiore dello specchio esterno, aumentando così considerevolmente la pressione idrostatica dall'interno verso l'esterno il che, nel terreno impregnato di acqua, non può a meno di spingere fuori quegli strati che presentano minore resistenza e di dar luogo così agli sprofondamenti degli strati superiori. Siccome la spinta dall'interno verso l'esterno è massima quando sono massime le differenze delle altezze della marea, così si spiega la relazione degli sprofondamenti col flusso e riflusso.

Talvolta accade che le correnti esterne hanno già talmente corrosa la sponda nella parte inferiore, da non avere più la consistenza per mantenersi sotto l'inclinazione che possiede; se allora l'azione della pressione idrostatica non è ancora forte, la ripa frana ed assume una scarpata più inclinata, si verifica cioè l'altro fenomeno, lo scoscendimento; il quale, a nostro modo di vedere, non sarebbe altro che uno sprofondamento incompleto.

L'ampiezza, ossia l'area a cui si estende uno sprofondamento, non dipende sempre dalla profondità, benchè generalmente i più estesi siano anche i più profondi. Uno dei più grandiosi è quello avvenuto presso Borssele nell'Ottobre 1874; circa 1 600 000 metri cubi di terreno sparirono nella profondità delle acque.

Finora non è mai stato osservato un nuovo sprofondamento nel luogo dove già in precedenza se n'era verificato uno; e pare che ciò dipenda dalla natura del terreno che cade nel vortice, essendo il medesimo ricco di belletta, e quindi meno permeabile di quello precedente. Noi però stimiamo che vi contribuiscano assai le nuove condizioni, per effetto delle quali la pressione idrostatica non si sviluppa più in grado così forte come prima; il pelo freatico del polder retrostante, per l'avvenuta comunicazione fra l'interno e l'esterno, che la massa caduta nel vortice non arriva a sopprimere, non viene più tenuto in collo così potentemente come prima dalle variazioni della marea, e quindi la differenza collo specchio esterno svanisce o quasi e la pressione idrostatica resta eliminata. Questo fenomeno è così potente che anche quando si manifesta lateralmente un nuovo sprofondamento, il suo raggio d'azione non arriva fino all'antico. Ciò potrebbe solo avvenire quando avesse una profondità molto superiore a quella e lo coinvolgesse; ma, ripetiamo, sono casi così rari che non furono quasi mai osservati; quindi uno sprofondamento vecchio serve di limite a uno nuovo. Anche un argine vecchio limita generalmente l'azione di uno sprofondamento e ciò forse in causa della maggior compressione che il sottosuolo ha subito pel peso dell'argine sovrastante. Questo ha luogo specialmente quando la massima profondità non si è tanto avvicinata all'argine.

Un buon rivestimento di fasciname, specie se è molto caricato di massi protegge la sponda sommersa e si oppone all'allargarsi dello sprofondamento.

Le pareti del terreno rimasto attorno al buco che si forma, discendono nell'acqua a picco; il fondo invece, astrazion fatta delle piccole irregolarità, è inclinato o quasi orizzontale verso l'esterno.

Si è ritenuto da molti che lo sprofondamento avvenga verticalmente, ma le osservazioni non l'hanno confermato; e i rilevamenti fatti subito dopo avvenuto il fenomeno hanno sempre permesso di ritrovare il terreno sfuggito sul fondo, molto in fuori verso il mare.

(Continua).

Ing. Gaetano Crugnola.

STUDIO SUL PERSONALE DEL SERVIZIO

MOVIMENTO E TRAFFICO

NELL' ESERCIZIO DELLE RETI FERROVIARIE

dell' Ing. DAVID SERANI.

(Continuaz. vedi pag. 168)

Formula ridotta. — Tenuto conto dell' influenza che hanno i diversi elementi che entrano nella formula (7), dopo alcuni tentativi si è trovato che l'espressione stessa può essere ridotta ad una forma semplicissima pur rimanendo capace di dare con *discreta* approssimazione il numero del personale di stazione occorrente per un determinato esercizio di una rete ferroviaria, quando, bene inteso, non concorrano condizioni speciali delle quali la formula stessa non può tener giusto conto, condizioni che, come è noto, rendono in generale frustranee tutte le formule empiriche.

L'espressione ridotta è della forma:

$$P_s = K + B \, . \, T_k - C \, . \, v \, . \, \frac{n_g}{n_m} \, T_k \qquad (8)$$

nella quale B e C sono due coefficienti da determinarsi e le altre lettere hanno lo stesso significato di quelle che entrano nell'espressione generale (6).

Se si considerano nel loro insieme le sei grandi Compagnie francesi più volte citate, troviamo:

a) che i fattori:

$$0,8 \; T_k \frac{n}{v} \times \frac{c_g}{c_m} \qquad ; \qquad 0,039 \; T_k \frac{n^2}{v} \left(\frac{c_g}{c_m} \right)^2$$

di cui alla formola (7); hanno per valore medio geometrico:

$$\frac{\Sigma \, 0,8 \; T_k \dfrac{n}{v} \; \dfrac{c_g}{c_m}}{\Sigma \; T_k} \qquad e \qquad \frac{\Sigma \, 0,039 \; T_k \dfrac{n^2}{v} \left(\dfrac{c_g}{c_m} \right)^2}{\Sigma \; T_k}$$

rispettivamente:

0, 134 e 0, 0369

b) che la velocità media geometrica v_m delle singole velocità v, e cioè:

$$\frac{\Sigma\, T_k\, v}{\Sigma\, T_k}$$

è uguale a 33,35 chilometri all'ora.

Assumendo per C il valore medio:

$$\frac{\Sigma\, 0,039\, T_k \frac{n^2}{v} \left(\frac{c_g}{c_m}\right)^2}{\Sigma\, T_k} = 0,0369$$

si verrebbe a far scomparire nell'ultimo termine della (8) il fattore $\frac{1}{v}$ essendosi in esso termine introdotto v come moltiplicatore, cosicchè per includere v come moltiplicatore e fare in modo che il termine ultimo della (8) corrisponda a quello della formula generale che contiene v come divisore, bisogna dividere il termine stesso per v, e precisamente pel valore medio $v_m = 33,35$.

Essendo ora:

$$\frac{0,0369}{33,35} = 0,001106\,,$$

ossia per brevità: $= 0,00111$; il coefficiente C diviene:

$$C = 0,00111.$$

Per B si ha:

$$B = 0,134$$

quindi l'espressione ridotta (8) assume la forma:

$$P_s = K + 0,134\, T_k - 0,00111\, v\, T_k \frac{n_g}{n_m} \qquad (9)$$

Applicando questa formula ridotta alle diverse Amministrazioni francesi, troviamo:

per la Nord:	$P_s = 12138$
per l'Est:	$P_s = 12349$
per l'Ovest:	$P_s = 13096$
per la Paris-Lyon-Medit.:	$P_s = 24482$
per la Midi:	$P_s = 6510$

Questi valori presentano delle discrepanze non maggiori del dieci per cento in più od in meno su quelli determinati colla formula (7) e neppure si discostano oltre il 10 per cento dalla quantità effettiva del personale in

servizio sulle singole Reti, salvo sempre l'osservazione già fatta per quella del Nord.

È notevole anzi l'approssimazione che si ha per le ferrovie dell'Est e dell' Ovest.

Per l'Orleans troviamo invece colla (9), $P_s = 7097$ che fortemente differisce e dal valore di P_s calcolato colla formula generale (7) e dal numero effettivo di personale portato dalla statistica.

Richiamiamo però l'attenzione all'accenno già fatto delle circostanze speciali che possono rendere fallace l'applicazione di una formula empirica, circostanze che nel caso concreto sono appunto un valore elevato della velocità commerciale media v e contemporaneamente un valore pure elevato del rapporto $\frac{n_g}{n_m}$, duplice condizione che si riscontra appunto per l' Orleans.

Tenuta presente questa osservazione, riteniamo senza altro accettabile anche la formula ridotta:

$$P_s = K + T_k \, 0,134 - 0,00111 \, v \, T_k \, . \frac{n_g}{n_m} \qquad (9)$$

Questa formula applicata alla Rete Adriatica per l'esercizio 1887, dà i seguenti risultati:

per $v = 20$:

$$P_s = 4799 + 57\,393 \times 0,134 - 0,0011 \times 20 \times 57393 \times 2,309$$

ossia:

$$P_s = 9652$$

valore molto vicino al quantitativo di 9602 fra impiegati ed agenti di ogni categoria effettivamente in servizio nelle stazioni al 1.° Gennajo 1888, e come si è finora ritenuto, anche durante l'anno 1887:

per $v = 25$:

$$P_s = 4799 + 57\,393 \times 0,134 - 0,00\,111 \times 57\,393 \times 2,309 \times 25$$

$$P_s = 8816$$

cifra che differisce appena del 2 per cento circa in più da quella calcolata colla formula (7).

Per l'insieme delle sei Reti francesi, abbiamo:

$$v_m = \frac{\Sigma \, v \, . \, T_k}{\Sigma \, T_k} = 33,35 \qquad ; \qquad \frac{n_g}{n_m} = \frac{\Sigma \, \frac{n_g}{n_m} \, T_k}{\Sigma \, T_k} = 1,80.$$

Colla sostituzione di questi valori, la (9) diviene:

$$P_s = K + 0,134 \, T_k - 0,0369 \times 1,8 \times T_k$$

ossia:

$$P_s = K + 0,0676\ T_k \qquad (10)$$

formula semplicissima della quale ci serviremo in seguito applicandola ad alcune altre ferrovie estere delle quali non si hanno nè si possono desumere i dati statistici che ci occorrerebbero per l'applicazione delle altre formule stabilite.

Per le ferrovie francesi prese insieme, la (10) dà:

$$P_s = \Sigma K + 0,0676\ \Sigma T_k$$

ossia:

$$P_s = 31\,285 + 0,0676 \times 694\,676$$

ed infine:

$$P_s = 78\,245$$

in luogo dei 78167 fra impiegati ed agenti di ogni categoria, addetti alle stazioni delle sei grandi Reti francesi durante l'esercizio del 1892.

La differenza come ben si vede è insignificante.

§ 3. *Personale degli Uffici centrali e di linea.* — Il personale degli uffici può ritenersi proporzionale a quello viaggiante ed a quello di stazione.

Se facciamo la somma di queste due ultime categorie di personale, giusta i numeri calcolati colle formole generali (2) e (7) per le sei grandi Società francesi, troviamo i totali seguenti:

	Personale Viaggiante		Personale di stazione		Totale
Nord	2411	+	11 271	=	13 682
Est	1483	+	12 440	=	13 923
Ovest	2174	+	13 150	=	15 324
Orleans . . .	2038	+	9 536	=	11 574
P. L. M. . . .	3379	+	25 865	=	29 244
Midi.	855	+	6 551	=	7 406

Ponendo:

$$P_u = \gamma\,(P_v + P_s) \qquad (11)$$

ed assegnando al coefficiente di proporzionalità γ il valore 0,07, la formula che ci darà il personale degli Uffici centrali e di linea (in Italia: Sezioni di Movimento od Ispettorati principali), acquista la forma:

$$P_u = 0,07\,(P_v + P_s) \qquad (12)$$

che applicata alle predette ferrovie della Francia, dà i seguenti valori:

			Personale effettivo
Nord	$P_u = 13\,682 \times 0,07 =$ 957	in luogo di	1958
Est	$P_u = 13\,923 \times 0,07 =$ 957	»	974
Ovest	$P_u = 15\,324 \times 0,07 =$ 1073	»	984
Orleans . . .	$P_u = 11\,547 \times 0,07 =$ 810	»	869
P. L. M. . . .	$P_u = 29\,244 \times 0,07 =$ 2047	»	2017
Midi.	$P_u = 7\,406 \times 0,07 =$ 518	»	531

Ad eccezione del Nord, si vede che anche i valori calcolati colla proposta formula (12) corrispondono assai bene ai quantitativi effettivi del personale degli uffici che si desumono dalle statistiche.

Per la Rete del Nord conviene ripetere quanto già dicemmo parlando del personale di stazione, che cioè una parte dei lavori che le altre Compagnie francesi affidano alle Stazioni, deve essere dalla Nord compiuta negli Uffici. Comunque sia, noi vediamo che la differenza in più che si riscontra fra il valore di P_s calcolato colla (7) ed il numero effettivo di impiegati nelle stazioni, viene assai bene compansata dalla differenza in meno che ora si trova fra il valore di P_u, determinato colla (12) ed il valore reale corrispondente portato dalle statistiche.

Anche la formula (12) sembra quindi che possa accettarsi come capace di dare valori sufficientemente approssimati per la determinazione del personale degli Uffici centrali e di linea occorrente nell'esercizio di una Rete ferroviaria.

Applicazione della formula (12) alla Rete Adriatica. — Per la Rete Adriatica, esercizio 1887, la (12) dà i seguenti valori:

$$\text{per } v = 20 \qquad P_u = (1755 + 9589) \times 0,07 = 794$$
$$\text{e per } v = 25 \qquad P_u = (1497 + 8631) \times 0,07 = 709$$

valori entrambi molto superiori al massimo di 500 impiegati di ogni categoria, che può ritenersi siano stati in servizio durante l'esercizio considerato.

§ 4. *Personale complessivo pel Servizio del Movimento e Traffico.* — Dalla somma delle tre espressioni generali (1), (6) e (12) si otterrà evidentemente la formula generale per la determinazione del personale complessivo del Movimento e Traffico occorrente per l'esercizio di una Rete ferroviaria, avente un determinato traffico.

Questa formula diviene adunque:

$$P = \left\{ \left(\frac{n}{m} + p \right) \left(\alpha + \frac{1}{0.v} \right) . Tk - \alpha_1 T^2 k + \right.$$
$$\left. + \frac{1}{0,} \left[k\beta + \frac{Tk}{v} . n . \frac{c_g}{c_m} \left(\beta_1 - \beta_2 n \frac{c_g}{c_m} . \frac{n_g}{n_m} \right) \right] \right\} \left(1 + \frac{7}{100} \right)$$

od anche:

$$\left. \begin{aligned} P = \frac{k\beta}{0,} \left(1 + \frac{7}{100} \right) + \left\{ \left(\frac{n}{m} + p \right) \left(\alpha + \frac{1}{0.v} \right) - \alpha_1 Tk + \right. \\ \left. + \frac{1}{0,} \left[\frac{n}{v} . \frac{c_g}{c_m} \left(\beta_1 - \beta_2 n . \frac{c_g}{c_m} . \frac{n_g}{n_m} \right) \right] \right\} \left(1 + \frac{7}{100} \right) Tk \end{aligned} \right\} (13)$$

nella quale:

K, rappresenta lo sviluppo chilometrico della Rete esercitata;

T_k, rappresenta il numero medio giornaliero dei treni-chilometro effettuati;

n, la composizione media di tutti i convogli;

m, il numero dei veicoli sopra uno con freno attivo;

p, il numero degli agenti componenti la squadra viaggiante media di scorta ai convogli, oltre agli Agenti addetti ai freni, tenuto conto che il bagagliaio si considera come munito di freno attivo il cui frenatore deve quindi sottrarsi da p.

v, la velocità commerciale media di tutti i convogli;

o, l'orario medio di effettivo servizio delle squadre di personale viaggiante;

o_1, l'orario effettivo di servizio del personale di stazione di qualunque categoria;

c_g, la composizione media dei treni denominati a grande velocità (viaggiatori e misti);

c_m, la composizione media dei treni della categoria piccola velocità (merci e materiali);

n_g, il numero giornaliero dei treni a grande velocità ragguagliati al percorso dell'intera rete;

n_m, il numero giornaliero dei treni a piccola velocità ridotti al percorso dell'intera rete;

coll'avvertenza che il fattore $\left(\frac{n}{m} + p\right)$ deve essere un numero intero, immediatamente superiore a quello derivante dai valori effettivi di n, m, p.

Relativamente ai coefficienti α, α_1, β, β_1 e β_2 ricordiamo che essi hanno i valori:

$$\alpha = 0,002 \qquad \alpha_1 = \frac{42}{10^9} \qquad \beta = 10 \qquad \beta_1 = 8 \qquad \beta_2 = 0,39.$$

Se si tien conto poi delle espressioni concretate colla scorta dei dati statistici delle sei grandi Società francesi, confermate anche dall'esercizio 1887 della Rete Adriatica, e precisamente delle formule (3) e (7), troviamo infine:

$$P = \left\{ K + T_k \left[\left(\frac{n}{m} + 1 \right) \left(0,002 + \frac{1}{8 \, . \, v} \right) - \frac{42}{10^9} T_k + \right. \right.$$
$$\left. \left. + \frac{n}{v} \cdot \frac{c_g}{c_m} \left(0,8 - n \cdot \frac{c_g}{c_m} \cdot \frac{n_g}{n_m} \times 0,039 \right) \right] \right\} \left(1 + 0,07 \right) \tag{14}$$

che è appunto la formula generale che fornisce, con sufficiente approssimazione, la quantità complessiva del personale del Movimento e Traffico

necessaria per l'esercizio di una rete ferroviaria avente un determinato traffico.

Questa espressione applicata alle sei Società ferroviarie francesi, ci fornisce, come ben si comprende, i valori risultanti dalla somma di quelli calcolali colle singole espressioni (2), (2) e (12), che si riassumono nel seguente prospetto:

Indicazione delle Società	Personale viaggiante P_v	Personale di Stazione P_s	Personale degli Uffici P_u	Personale complessivo P	Personale complessivo effettivo nell'anno 1892
Nord	2411	11271	957	14639	14486
Est	1483	12440	975	14898	14737
Ovest.	2174	13150	1073	16397	16262
Orleans. . .	2038	9536	810	12384	12524
P. L. M. . . .	3379	25865	2047	31291	31518
Midi	855	6551	518	7924	8441

Come si vede, i valori definitivi di P sono sufficientemente approssimati alle quantità reali di personale che le predette Amministrazioni avevano in servizio al 31 dicembre 1892 e che possono ritenersi afferenti all'esercizio dell'anno stesso. Per le prime cinque Società, le differenze che si riscontrano si aggirano intorno all'uno per cento, pel Midi vi ha invece il 6 per cento Su questi risultati richiamiamo ancora una volta l'attenzione del lettore, giacchè confermano l'attendibilità delle formule trovate attesa la disparità di traffico e di condizioni d'esercizio delle ferrovie per le quali le formule stesse danno valori soddisfacenti.

Applicazione della formula (14) alla Rete Adriatica. — Per l'esercizio 1887 della Rete Adriatica, ritenuto che il personale al servizio del Movimento e Traffico sia quello riportato all'Allegato 7.° delle risposte al questionario della Commissione d'inchiesta sui ritardi dei treni aumentato di 63 individui facenti parte degli Uffici centrali, il cui personale unitamente a quello degli Uffici di linea, si porta così alla cifra tonda di 500, si hanno in complesso:

1736	+	9602	+	500	=	11 838
Personale viaggiante		Personale di stazione		Personale degli uffici		Totale

individui.

Dalle diverse formule che insieme costituiscono l'espressione generale (14) e la somma dei cui valori formano quello dalla (14) derivante, abbiamo come si è visto:

per $v = 20$:

1755	+	9589	+	794	=	12 138 = P
Personale viaggiante		Personale di stazione		Personale degli uffici		Totale

per $v = 25$:

1497	+	8631	+	709	=	10 837 = P

Il primo di questi valori di P, differisce appena del 2,5 per cento in più del valore reale di 11 838 fra impiegati ed agenti di ogni categoria effettivamente in servizio nel 1887. Il secondo valore, accuserebbe un'approssimazione del 13 % del valore stesso in meno di quello reale.

Giova peraltro richiamare quanto già si disse più volte sui valori di v.

Passando ora all'esercizio 1896 della Rete Adriatica, pel quale non abbiamo dati particolareggiati sulle diverse categorie del personale che ci occupa, le statistiche riassuntive offrono i seguenti valori per gli elementi che entrano nella formula (14): $K = 5638$; $T_k = 68021$ (compresi i treni materiali di servizio); $n = 15,58$ (compreso il materiale dei treni di servizio e quello delle altre Amministrazioni che ebbe a circolare sulla Rete); $m = 7$ (come per l'esercizio 1887); $p = 1$; $o = 8$ (idem); $o_1 = 10$ (idem); $c_g = 7,018$; $c_m = 38,812$ (compresi i veicoli dei treni materiali); $n_g = 8,812$ $n_m = 3,251$.

In quanto al valore di v osserviamo che dal 1887 al 1896 sono stati introdotti dei nuovi treni celeri e migliorate le velocità degli altri, così ad esempio, sulla linea Milano-Piacenza-Bologna, la velocità media di tutti i treni, risulta pel 1896 di Km. 28,5 all'ora; sulla linea Milano-Verona-Venezia di Km. 27,7, ecc. Per contro si sono accresciute delle linee di debole traffico e di non favorevole esercizio, per il loro andamento planimetrico ed altimetrico, sulle quali circolano treni a limitata velocità; e sulle linee principali sono aumentati pel maggior traffico i convogli merci ecc. ecc. Cosicchè tenuto conto di tutte queste circostanze, non crediamo di essere discosti dal vero ammettendo senz'altro per v il valore medio di Km. 25 all'ora.

Arrotondando poi a 4 il valore del termine:

$$\frac{n}{m} + p = \frac{15,58}{7} + 1 = 3,22,$$

la (14) diviene:

$$P = \left\{ 5638 + 68\,021 \left[4\left(0,002 + \frac{1}{8 \times 25} \right) - \frac{42}{10^9} \times 68\,021 + \right.\right.$$

$$\left.\left. + \frac{15,58}{25} \times \frac{7,018}{38,812} \left(0,8 - 15,58 \times \frac{7,018}{38,812} \times \frac{8,812}{3,251} \times 0,039 \right) \right] \right\} 1,07$$

e risolvendo troviamo:

$$P = 11\,987.$$

Dalle statistiche si rileva che al 31 Dicembre 1896 il personale complessivo del Movimento e Traffico al servizio della Rete Adriatica era di 12000 individui fra impiegati ed agenti di qualsiasi categoria, compresi quelli della Segreteria della Direzione dei trasporti, valutati a 21, e gli avventizi e straordinari (909) ridotti alla media annua (Vedasi: *Relazione del Consiglio d'Amministrazione sull'esercizio del* 1896).

La concordanza fra il valore di P determinato colla formola generale (14) e la quantità effettiva del personale, è, come si vede, perfetta.

L'espressione determinata trova adunque una conferma anche nei risultati che essa ci offre per due diversi e lontani esercizi della Rete Adriatica la cui organizzazione viene ritenuta fra le migliori in Italia.

Spingeremo le ricerche anche ad altre Compagnie ferroviarie europee, all'intento di dimostrare maggiormente l'attendibilità delle formule stabilite dolenti di dover ricorrere ad espressioni ridotte, che dalle formule stesse andremo a dedurre, per insufficienza di dati statistici.

Applicazione della formula (14) alla Rete Mediterranea. — Intanto applichiamo la formula (14) alla Rete Mediterranea per l'esercizio del 1891, servendoci, in mancanza d'altro, dei dati statistici pubblicati nella *Revue Générale des chemins de fer.* Fascicolo del gennaio 1898.

Per le tre grandi Reti italiane (Mediterranea, Adriatica e Sicula) insieme considerate, il personale del Movimento e Traffico in servizio al 31 dicembre 1891 ascendeva a 33 100 individui di qualsivoglia categoria, pari a 2, 649 persone in media per ogni chilometro esercitato.

Ora, la Rete Adriatica aveva in servizio 13 640 agenti, cosicchè per le Reti Mediterranea e Sicula insieme, ne rimangono 33100-13640 = 19460.

Ammettendo che sulla Rete Sicula (Km. 761) la media chilometrica degli agenti in servizio raggiungesse a quell'epoca quella delle altre due grandi Reti, il personale della Mediterranea raggiungerebbe la cifra:

$$19\,460 - 761 \times 2,649 = 17\,444.$$

che poco differisce dalla quantità di personale effettivamente in servizio su quella Rete nell'esercizio 1894-1895 (escludendo gli agenti avventizi).

In mancanza di dati più esatti, riterremo adunque che il personale del Movimento e Traffico della Mediterranea nell'esercizio 1891, sia stato di 17 444 individui fra impiegati ed agenti di qualsivoglia categoria, cifra questa che per l'ipotesi fatta sulla Sicula, può ritenersi al disotto della quantità effettiva di personale.

Dalla predetta statistica riassuntiva, rileviamo inoltre i seguenti elementi:

$$K = 4796\,;$$

$$T_k \frac{26\,481\,524}{365} = 72\,552\,;$$

$$n = 15,68 \qquad n_g = 10,076 \qquad n_m = 4,883$$

$$c_g = 10,727 \qquad c_m = 2,905$$

Ritenuti infine i seguenti valori, come sulla Rete Adriatica furono già ammessi:

$$v = 20 \qquad m = 7$$

la formola (13) diviene:

$$P = \left\{ 4796 + 72552 \left[\left(\frac{15,68}{7} + 1\right)\left(0,002 + \frac{1}{8 \times 20}\right) - \frac{42}{10^9} \times 72555 + \right.\right.$$

$$\left.\left. + \frac{15,68}{20} \times \frac{10,727}{25,905}\left(0,8 - 15,68 \times \frac{10,727}{25,905} \times \frac{10,076}{4,883} \times 0,039\right)\right]\right\} 1,07$$

ossia:

$$P = \left\{ 4796 + 72\,552 \left[\overset{\text{valore arrotondato}}{4} \left(0,002 + \frac{1}{8 \times 20}\right) - 0,00305 + \right.\right.$$

$$\left.\left. + 0,3246\left(0,8 - 0,522\right)\right]\right\} 1,07$$

ed infine:

$$P = 14\,524$$

cifra questa che verrebbe così ripartita:

Personale viaggiante	. .	P_v =	2182
» di Stazione	. .	P_s =	11391
» degli Uffici	. .	T_n =	961
Totale	.	P =	14534

Il resultato ottenuto differisce del 20 p. %, del suo proprio valore, in meno sulla quantità effettiva del personale in servizio, ciocchè starebbe ad indicare o che sulla Rete Mediterranea si verificarono, nell'esercizio che si considera, delle circostanze speciali che sfuggono alla nostra formula, ovvero che il personale fosse di fatto superiore ai bisogni dell'esercizio.

In questo secondo caso il resultato conseguito confermerebbe pur esso l'attendibilità della nostra espressione.

Fra le cause che giustificherebbero il maggior numero di agenti impiegati dalla Mediterranea, possono accennarsi la notevole estensione delle zone di malaria, la deficienza d'impianti nelle grandi Stazioni, ecc., cause

però comuni colla Rete Adriatica ma sulle quali sembra avere la triste priorità la Mediterranea.

Per contro osserviamo che anche i giornali politici quotidiani si fecero eco delle lagnanze che lo stesso Consiglio d'Amministrazione della Mediterranea faceva in ordine alla quantità di personale in genere ritenuta superiore ai bisogni, osservazione questa che avvalora il resultato della nostra formula e che solo a questo titolo abbiamo voluto riportare.

Formula ridotta. — Raggruppando le due espressioni (5) e (9), l'una relativa al personale viaggiante e l'altra a quello di stazione, nonchè la (12), otteniamo la formula ridotta:

$$P = \left\{ 0,0234\ T_k - \frac{79}{10^{10}} T^2_k + K + 0,134\ T_k - \right.$$

$$\left. - 0,00111 \cdot v \cdot T_k \cdot \frac{n_g}{n_m} \right\} (1 + 0,07) \qquad (15)$$

ossia:

$$P = \left\{ K + T_k \left(0,1574 - \frac{79}{10^{10}} T_k - 0,00111 \cdot v \cdot \frac{n_g}{n_m} \right) \right\} \times 1,07 \qquad (16)$$

Sarebbe superfluo esaminare l'approssimazione che la formula (16) può dare per le singole Reti fin qui esaminate, tale approssimazione potendosi desumere dalle discussioni già fatte sulle formule ridotte che ad essa hanno dato origine.

Diremo soltanto che per le sei Compagnie francesi prese insieme nell'esercizio del 1892, si trova:

$$P = \left\{ 31\,285 + 694\,676 \left(0,1574 - \frac{79}{10^{10}} 694\,676 - \right.\right.$$

$$\left.\left. - 0,00111 \times 33 \times 35 \times 1,8 \right) \right\} \times 1,07 = 96\,893$$

in luogo di 97 968 impiegati ed agenti effettivamente in servizio al 31 dicembre 1892 con una differenza dell'uno per cento circa in meno; e per la Rete Adriatica, esercizio del 1896, si ha:

$$P = \left\{ 5638 + 68\,021 \left(0,1574 - \frac{79}{10^{10}} \times 68\,021 - \right.\right.$$

$$\left.\left. - 0,00\,111 \times 25 \times 2,71 \right) \right\} \times 1,07 = 11\,979$$

in luogo di 12 000, con una differenza trascurabile.

Applicazione della formola ridotta (16) *ad altre ferrovie*. — Le statistiche riassuntive delle ferrovie Germaniche ed Austro-Ungariche, ad esempio, sommano insieme i treni misti e quelli merci; in luogo dei veicoli-chilometro, espongono gli assi-chilometro, ecc. ecc.; offrono insomma dei dati che non si prestano alla determinazione dei singoli elementi che entrano nelle nostre formole generali e neanche di quelli della espressione ridotta (16). Volendosi estendere le nostre ricerche anche ad altre ferrovie per le quali non si hanno ne possono desumersi dati sufficienti, si deve ricorrere all'espediente di semplificare ancora la formula ridotta.

Ricordando pertanto che le ferrovie francesi considerate nel loro insieme ci offrono i valori medi seguenti:

$$v_m = 33,35 \qquad ; \qquad \frac{n_g}{n_m} = 1,8$$

la (16) diviene:

$$P = \left\{ K + \left(0,1574 - \frac{79}{10^{10}} T_k - 0,00\,111 \times 33,35 \times 1,8 \right) \right\} 1,07$$

e riducendo:

$$P = \left\{ K + 0,0908 \,.\, T_k - \frac{79}{10^{10}} T^2_k \right\} \times 1,07 \tag{17}$$

In questa espressione non figura più il termine negativo che nelle formole generali e nella (16) sta a rappresentare il risparmio del personale di stazione derivante dalla sua migliore utilizzazione, essendo questo termine implicitamente contenuto nel fattore 0,0908 nella misura media delle sei grandi compagnie francesi insieme considerate.

L'espressione stessa è quindi incompleta e non applicabile alle Reti ferroviarie che si discostano dalle condizioni medie delle ferrovie francesi.

La formula (17) si scinde come segue:

$$P = \underbrace{\left(0,0234\ T_k - \frac{79}{10^{10}} T^2_k\right)}_{A} + \underbrace{\left(K + 0,0676\ T_k\right)}_{B} + \underbrace{\frac{7}{100}(A + B)}_{C}$$

La prima parte A, rappresenta il personale viaggiante, la seconda B il personale di stazione e la terza C quello degli uffici centrali e di linea.

Come è naturale, anche la (17) applicata all'insieme delle ferrovie francesi più volte citate, dà per P un valore molto prossimo alla quantità di personale tenuta effettivamente in servizio nel 1892.

$$P = 97\,078$$

che si ripartisce come segue:

Personale viaggiante	.	$P_v = 12447$	contro	12478
» di stazione	.	$P_s = 78245$	»	78157
» degli uffici	.	$P_u = 6386$	»	7333

La lieve differenza che si riscontra fra questo valore di P = 97 078 e quello calcolato colla (16) dipende dall'arrotondamento dei coefficienti frazionari.

Notiamo anche che questa formula (17) ridotta alla minima espressione, dà valori sufficientemente approssimati ai reali per l'Est, per l'Ovest e pel Midi; troppo forti invece pel Nord e per l'Orleans per le quali Reti si verificano le circostanze speciali di una elevata velocità v di fronte ad un tenue valore del rapporto $\frac{n_g}{n_m}$ per la Nord e molto elevato per l'Orleans; e troppo debole per la P. L. M., per la quale si ha bensì una velocità discreta, ma un limitato valore di $\frac{n_g}{n_m}$.

Ad ogni modo le discrepanze si mantengono nel limite del 15 per cento circa per la Nord e per la P. L. M.

Ripetiamo ancora una volta che da formule così ridotte non possiamo riprometterci che una larga approssimazione e che l'espressione (17) venne determinata esclusivamente nell'intento di estendere le nostre ricerche ad altre Reti ferroviarie per le quali ci mancano i dati statistici necessari per l'applicazione delle formule generali stabilite, allo scopo di comprovare maggiormente la loro attendibilità già abbastanza confermata dai risultati finora ottenuti.

Per la Rete Adriatica, esercizio 1896, la (17) dà:

$$P = 12\,608$$

cioè solo il 5 per cento in più della quantità effettiva di personale in servizio.

Dai resoconti statistici pubblicati nella Revue Générale des Chemins de fer, per l'anno 1894, rileviamo che fra le Reti ferroviarie aventi un notevole traffico ed una quantità di personale relativamente limitata nel servizio del Movimento e Traffico (Exploitation) emergono:

a) le ferrovie *Svizzere*, con 9663 individui pari a 2,746 fra impiegati ed agenti di ogni categoria per chilometro medio esercitato, ovvero a 0,923 persone per ogni 10 000 franchi d'introito, basi queste che rileviamo a titolo di semplice guida nelle nostre ricerche;

b) le ferrovie del *Würtemberg*, per le quali si ha che il personale in servizio saliva a 4530 pari a 2,684 individui per chilometro esercitato, ovvero a 0,96 per ogni 10 000 franchi d'introito;

c) le ferrovie *Bavaresi* con 16029 fra impiegati ed agenti in servizio pari a 3,181 individui per chilometro ossia a 1,18 per ogni diecimila franchi d'introito;

d) le ferrovie dell'*Alsazia Lorena* e del *Lussemburgo*, aventi in servizio 5873 persone ossia 3,568 individui per chilometro esercitato, ovvero 0,784 per ogni 10 000 franchi d'introito;

e) la *Rete Ungherese principale*. La statistica assegna 25 640 fra impiegati ed agenti di qualsivoglia categoria per l'esercizio della Rete prin-

cipale (Km. 7537) e delle linee secondarie e locali che insieme hanno uno sviluppo di Km. 3263.

In complesso la lunghezza media di tutte le linee esercitate dalla Compagnia, sale a 7537 + 3263 = 10800 chilometri. Se il personale potesse ripartirsi in proporzione del numero dei chilometri, per la Rete principale si avrebbero: $\frac{7537}{10800} \times 25\,640 = 17\,897$ individui. È peraltro a ritenersi che la Rete medesima, per la quale soltanto le statistiche danno il numero dei treni effettuati nell'esercizio del 1794 e quindi per essa soltanto può determinarsi il valore di T_k, assorba un maggior numero di personale di quello calcolato nella cifra di N. 17897 agenti.

Questo numero darebbe 2,374 persone per chilometro di Rete principale, cifra che ci sembra troppo esigua tanto più se si considera che su questa Rete si hanno 704 chilometri di linea a doppio binario, mentre tutti gli altri 3263 chilom. esercitati, sono a semplice binario, circostanza questa che sta a confermare il maggior traffico che sulla Rete principale deve svolgersi in confronto di quello medio afferente alla rete intiera e quindi anche la supposizione che sulla Rete principale in esame il personale del Movimento e Traffico effettivamente in servizio sia superiore a 17897 individui.

Tale importante osservazione è da tenersi presente.

f) le ferrovie facenti parte dell' *Unione tedesca*, che comprende: le ferrovie *Olandesi* (Km. 1236); quelle *Neerlandesi* con uno sviluppo di Km. 1699; quelle dello *Stato Rumeno* per una lunghezza di chilom. 2459 ed infine la linea da *Varsavia* a *Vienna* (Kilom. 492), ed in complesso 5886 Km. con 17 231 agenti pari a 2,927 individui per chilometro ovvero a 0,92 per ogni 10 000 franchi d'introito.

Per tutte le altre Reti ferroviarie considerate nelle statistiche pubblicate sulla *Revue Générale des Chemins de fer,* il personale del movimento e traffico risulta superiore a quello delle sei nuove ferrovie prese in esame tanto per rispetto al chilometro esercitato quanto nel caso che si riferisca ai 10 000 franchi d'introito presi come base pel confronto; e l'applicazione della formula (17) alle Reti in parola, dà risultati molto inferiori ai reali valori di P.

Limitandoci adunque alle nuove sei Reti ferroviarie già citate, l'espressione ridotta:

$$P = \left(K + 0,0908\ T_k - \frac{79}{10^{10}} T^2_k \right) \times 1,07$$

da per esse i risultati che si raccolgono nel seguente prospetto unitamente a quelli relativi alle ferrovie francesi dell'Est, dell'Ovest e del Midi ed anche alla Rete Adriatica.

Indicazione delle Reti Ferroviarie	Anno di esercizio	Lunghezza media esercitata	Treni-chilometro al giorno	Personale calcolato colla formola ridotta	Personale effettivamente in servizio	Differenza per cento fra il personale calcolato e quello effettivo	Osservazioni
		K	T_k	P			
Ferrovie Svezzere.	1894	3519	62136	9769	9663	+ 1 %	(¹) Richiamando l'osservazione fatta sul personale effettivo questa differenza deve scomparire o almeno ridursi di molto.
» del Wüttemberg	»	1688	31750	4881	4530	+ 7 »	
» Bavaresi	»	5039	101346	15151	16029	— 7 »	
» dell'Alsazia-Lorena e Lussemburgo . .	»	1646	42286	5854	5873	—	
» della Rete Ungherese principale.	»	7537	110660	19014	17897	+ 7 % (¹)	
» dell' Unione tedesca	»	5886	108550	16723	17231	— 3 %	
» dell'Est francese	1892	4560	105253	15011	14737	+ 2 »	
» dell'Ovest »	»	5172	113192	16424	16262	+ 1 »	
» del Midi »	»	3037	50328	8247	8441	— 2 »	
» della Rete Adriatica	1896	5638	68021	12608	12000	+ 5 »	

Per la natura della formula semplificata (17) i valori da essa forniti anche per le sei nuove Reti considerate, sono da ritenersi sufficientemente approssimati anzi molto soddisfacenti.

L'attendibilità di questi valori, calcolati per ferrovie così disparate, conferma a nostro avviso non la bontà della formola ridotta (17), la quale, ripetiamo, non può dare in generale che una larga approssimazione ed anche valori erronei, quando si verifichino circostanze speciali di traffico od altre che ad essa sfuggono, ma bensì la bontà delle formule generali che ad essa hanno dato origine e che contengono tutti gli elementi che maggiormente influiscono sulla quantità numerica del personale del Movimento e Traffico occorrente per l'esercizio di una rete ferroviaria in determinate condizioni di traffico.

§ 5. *Conclusioni.* — Pertanto, le lievi divergenze in meno od in più riscontrate fra i valori ottenuti dalle formole generali (2), (7) e (12) e le quantità reali del personale del Movimento e Traffico in servizio sulle sei grandi Reti francesi e sull'Adriatica, potremmo ora attribuirle ad esuberanza del personale medesimo o per contro a motivi speciali favorevolissimi alla sua eccezionale utilizzazione, quando non si voglia ammettere una eccessiva limitazione.

Mantenendoci in quest'ordine di idee è importante a notarsi che in base ai valori di P ottenuti colle nostre formule, il personale effettivo che nel

1892 si trovava in servizio sulle Reti dell'Orleans, della Paris-Lyon-Mediterranée e del Midi, sarebbe stato suscettibile di una riduzione mentre non lo era quello delle Reti del Nord, dell'Est e dell'Ovest. Ora, se noi consideriamo l'esercizio 1895 delle stesse ferrovie e ripensiamo all'importante influenza che ha il personale sulle spese totali del servizio del movimento e traffico, troviamo una conferma delle deduzioni ora fatte nelle riduzioni che tali spese, riferite al treno-chilometro, hanno subito nel 1895 rispetto al 1892 per le Reti dell'Orleans (Fr. 0,679 in luogo di Fr. 0,729 che si ebbero nel 1892), della Paris-Lyon-Mediterranée (Fr. 0,981 in luogo di Fr. 1,026), del Midi (Fr. 0,739 in luogo di Fr. 0,790) e negli accrescimenti che per contro si sono verificati per la Rete del Nord (Fr. 0,647 nel 1895 in luogo di Fr. 0,644 nel 1892) e per quella dell'Ovest (Fr. 0,795 nel 1895 e Fr. 0,756 nel 1892).

Visti adunque i buoni risultati ottenuti colle nostre espressioni generali per le ferrovie francesi malgrado le disparità di traffico che su di esse si verificarono nell'esercizio del 1892, e per la Rete Adriatica nei ben diversi e lontani esercizi del 1887 e 1896, e visti altresì i risultati soddisfacenti ottenuti colle formule ridotte che da esse derivano, per le altre sei Reti di cui al prospetto a pag. 258, in totale 14 esempi; concludiamo nel ritenere che la determinazione del personale del Movimento e Traffico occorrente per l'esercizio di una Rete ferroviaria avente un determinato traffico, possa ottenersi, con sufficiente approssimazione, per ognuna delle tre categorie nelle quali il personale medesimo si è suddiviso, mediante l'applicazione delle formule generali stabilite e che qui riassumiamo:

per la determinazione del personale viaggiante:

$$P_v = \left(\frac{n}{m} + 1 \right)\left(0,002 + \frac{1}{8 \times v}\right) T_k - \frac{42}{10^9} T^2_k \qquad (2)$$

per la determinazione del personale di Stazione:

$$P_s = K + \frac{T_k}{v} . n . \frac{c_g}{c_m}\left(0,8 - 0,039 . n . \frac{c_g}{c_m} . \frac{n_g}{n_m}\right) \qquad (7)$$

per la determinazione del personale degli Uffici centrali e di linea:

$$P_u = 0,07 \, (P_v + P_s) \qquad (12)$$

La somma di queste tre espressioni:

$$P = P_v + P_s + P_u$$

ossia:

$$P = \Big\{ K + T_k \Big[\left(\frac{n}{m} + 1 \right)\left(0,002 + \frac{1}{8 \times v}\right) - \frac{42}{10^9} T_k + + \frac{v}{n} . \frac{c_g}{c_m}\left(0,8 - n . \frac{c_g}{c_m} . \frac{n_g}{n_m} \times 0,039\right)\Big]\Big\}\left(1 + \frac{7}{100}\right) \qquad (14)$$

serve a determinare il personale complessivo del servizio del Movimento e Traffico.

Ripetiamo che le lettere che entrano in queste espressioni generali, rappresentano rispettivamente:

K, lo sviluppo chilometrico della rete esercitata,
T_k, il numero medio giornaliero dei treni-chilometri effettuati,
n, la composizione media di tutti i convogli,
m, il numero dei veicoli sopra uno con freno attivo,
v, la velocità commerciale media di tutti i convogli,
c_g, la composizione media dei treni viaggiatori e misti,
c_m, la composizione media dei treni merci e di servizio,
n_g, il numero giornaliero dei treni viaggiatori e misti ragguagliato al percorso dell' intera rete.
n_m, il numero giornaliero dei treni merci e di servizio ragguagliato al percorso della intera rete.

Rammentiamo ancora che il fattore $\left(\frac{n}{m}+1\right)$ deve essere il numero intero immediatameute superiore a quello derivante dai valori effettivi di n e di m.

Come formule ridotte capaci di dare resultati abbastanza soddisfacenti quando non si verifichino condizioni eccezionali di traffico, possono adottarsi le seguenti:

per la determinazione del personale viaggiante:

$$P_v = 0,0234\ T_k - \frac{79}{10^{10}}\ T^2_k \tag{5}$$

per la determinazione del personale di Stazione:

$$P_s = K + T_k \left(0,134 - 0,00111 \,.\, v \,.\, \frac{n_g}{n_m}\right) \tag{9}$$

per la determinazione del personale degli Uffici:

$$P_u = 0,07\ (P_v + P_s) \tag{12}$$

ed infine *per la determinazione del personale complessivo del Movimento e Traffico:*

$$P = \left\{ K + T_k \left(0,1574 - \frac{79}{10^{10}}\ T_k - 0,00111 \,.\, v \,.\, \frac{n_g}{n_m}\right)\right\} 1,07 \tag{16}$$

In base ai risultati delle espressioni determinate noi possiamo istituire un confronto abbastanza giusto e razionale fra le Amministrazioni ferroviarie, confronto che può servire di guida per lo studio approfondito della organizzazione del personale del Movimento e Traffico onde il personale medesimo possa essere adeguato ai molteplici bisogni del traffico senza larghezza nè senza eccessiva limitazione.

Fermando per ultimo la nostra attenzione sulle due grandi Reti Italiane, ripeteremo che per l'Adriatica le formule stabilite danno valori assai bene corrispondenti alle quantità di personale effettivamente in servizio. Essa adunque starebbe al livello delle grandi Compagnie francesi, delle ferrovie Svizzere, del Würtemberg, della Baviera, dell'Alsazia Lorena e Lussemburgo, della Rete Ungherese principale, e delle ferrovie dell' Unione tedesca, da noi esaminate, e siccome la formula ridotta (17) offre per tutte le altre ferrovie tedesche ed austro-ungariche valori assai inferiori a quelli reali, potremmo anche dire che l'Adriatica e con essa le Reti sopra specificate, si trovano in migliori condizioni delle altre ferrovie rispetto alla limitazione del personale del Movimento e Traffico.

Per l'esercizio 1894-95 della Rete Mediterranea, del quale ci mancano dati statistici particolareggiati per l'applicazione delle formule generali, l'espressione ridotta (17 da:

$$P = \left(5459 + 0,0908 \times 76080 - \frac{79}{10^{10}} \times 76080^2 \right) \times 1,07$$

ossia:

$$P = 13\,183.$$

Questa cifra differisce del 25 % del suo valore in meno dal numero effettivo di impiegati ed agenti stabili di ogni categoria che la Mediterranea aveva al Servizio del Movimento e Traffico, risultato questo che malgrado la larga approssimazione che può dare la formula ridotta (17), confermerebbe la lamentata esuberanza di personale della Rete in parola, salva sempre l'osservazione che tale resultato dipenda invece da condizioni speciali che sfuggono alle nostre formule.

Milano, li 20 *Dicembre* 1897.

Ing. DAVID SERANI.

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

L'acquedotto di Scillato. — Le copiose sorgenti di Scillato, dalle quali sono derivate le acque che alimentano l'acquedotto di Palermo, si possono considerare formanti un sol gruppo; esse scaturiscono alle estreme falde del monte Fanusi, che fa parte dell' importante catena delle Madonie. Poca parte delle acque era ed è tuttora adibita per l'irrigazione dei sottostanti terreni e per dar moto a diversi molini e gualchiere di pochissima importanza. La maggior parte, circa 1000 litri al 1'', si versava nel letto del fiume precipitandosi improficua al mare, mentre ora una quantità di 500 litri al 1' è utilizzata pei bisogni della città di Palermo.

Mediante cunicoli di allacciamento quasi intieramente accessibili, di cui parte in muratura e parte perforati in galleria ad un livello inferiore a quello a cui prima sgorgavano le sorgive, le acque si versano in un edificio di presa, detto botte di riunione.

A cagione della forte pendenza, diminuita da alcuni salti verticali di m. 2,40. 3,00, 5,85 le acque arrivano in questo edificio quasi tumultuosamente, sicchè per calmarle la botte fu divisa per mezzo di muri di diaframma in diverse vasche comunicanti fra loro in modo che l'acqua, costretta a salire e discendere parecchie volte, giunga in discreta calma nella camera di misura, dove esiste la bocca a battente, aperta in una lastra di marmo con labbra di bronzo. Su questa lastra è segnata una linea indicante il livello a cui l'acqua deve giungere per avere il battente di m. 0,20, corrispondente alla concessa massima prelevazione di litri 500 d'acqua.

In un angolo della stessa vasca di calma si trova lo sfioratore, pure a labbra di bronzo, il quale incomincia appunto a funzionare quando l'acqua raggiunge sulla bocca il predetto battente di m. 0, 20.

La portata in litri della bocca modulata è data direttamente in ogni istante dall'altezza dell'acqua segnata da un idrometro fisso, scolpito in lastra di marmo bianco, esistente nella stessa vasca di calma. In un altro locale esterno alle vasche trovasi un pozzetto di spia in cui pesca un galleggiante, il quale, agendo sull'indice di un idrometro, segna in ogni istante l'altezza in millimetri del battente della bocca modulata.

Un canale murato può, mediante la manovra di saracinesche, condurre direttamente l'acqua dai cunicoli di allacciamento alla vasca di calma, onde potere eseguire eventualmente le riparazioni alle altre parti dell' edificio. Il quale è coperto con volte a tutta monta fatte in calcestruzzo di cemento, ricoperte esternamente di uno strato di terra dello spessore di un metro per impedire il riscaldamento dell'acqua

Annessi e superiori alla detta botte di riunione sono locali ad uso abitazione dei guardiani.

L'acquedotto in tutto il suo percorso misura una lunghezza di m. 67980, ed a secondo il metodo e la natura della costruzione si può così distinguere:

1. Canale eseguito a speco libero;
2. Canale scavato in galleria;
3. Ponti-canali;
4. Cadute e scivole;
5. Sifoni.

Il canale a speco libero ha uno sviluppo di m. 39305, e per tutto il suo percorso si trova interrato in modo che la distanza dell'intradosso del volto alla superficie del terreno non sia mai minore di m. 1, solo per una lunghezza di circa m. 2000, ed in varie tratte e località, tale profondità è ottenuta artificialmente con muri a secco di maschera e superiore riempimento.

Per la massima parte il canale ha una sezione a piedritti inclinati ricoperti da volta a tutto sesto, in piccoli tratti, dove si trovarono terreni soverchiamente prementi, la sezione è ovoidale, ed in qualche altra breve tratta la sezione ha piedritti verticali, ciò specialmente in vicinanza alle gallerie o nei brevi tratti riunenti due gallerie consecutive.

Tanto i piedritti come le volte sono costituite da murature idrauliche o da calcestruzzo pure idraulico, sia perchè si adoperò calce grassa e pozzolana di Bacoli. sia perchè fu adoperata calce idraulica.

Lo spessore delle murature varia a secondo dei tipi adottati in relazione alla natura dei terreni che attraversa l'acquedotto.

Il fondo del canale e le pareti sino al piano d'imposta sono completamente ricoperte da buon intonaco idraulico, costituito da cemento uso Portland e sabbia o da calce grassa, e pozzolana di Roma. L'intradosso del volto è pure quasi completamente rivestito da intonaco nella tratta Trabia-S. Ciro, e parzialmente nell'altra tratta Scillato-Trabia. Lo spessore dell'intonaco in nessun punto del canale è inferiore a millim. 15.

Lungo il canale, ed in media ogni 300 metri circa, trovansi disposti pozzetti di accesso e d'osservazione, protetti da opportuna garetta in muratura con porta in lamiera di ferro. In vicinanza al pozzetto, che precede la camera di presa dei sifoni, trovasi generalmente disposto uno sfioratore con chiudende automatiche, per eliminare gli eventuali rigurgiti prodotti dallo stesso sifone.

Vi furono eziandio costruiti pozzetti di scarico per potere eventualmente interrompere la circolazione dell'acqua in quella tratta dell'acquedotto in cui si dovessero eseguire delle riparazioni senza levarla dalle tratte superiori. Ed in previsione di distribuzione d'acqua ai comuni di Cerda, Termini, Trabia, Altavilla, Casteldaccia, Bagheria, Ficarazzi, Villabate, furono costruiti pozzetti di presa, pure difesi da garette in muratura.

E finalmente, onde nei punti più acquitrinosi ottenere il prosciugamento ed impedire che le acque dall'esterno permeino all'interno del canale, furono eseguiti drenaggi longitudinali e trasversali.

Nel Canale scavato in galleria si contano ben 105 gallerie della lunghezza complessiva di m. 19147, di cui le più importanti sono:

Cupiglione . .	lunga	ml.	1191
Mammaro . .	»	»	469
Roveto . . .	»	»	730
Cianarotto . .	»	»	604
Amalfitana . .	»	»	970

Anche per questa parte del canale fu adottata generalmente la sezione a piedritti verticali sormontati da volta a pieno centro; però nei terreni prementi onde meglio resistere alla spinta dei terreni si adottò la sezione ovoidale. Le gallerie hanno una normale di m. 1, 60, ad eccezione delle gallerie Cupiglione e Amalfitana che raggiungono un'altezza di m. 1, 80.

Quasi tutte le gallerie hanno piedritti, fondo e calotta in muramento di pietrame o calcestruzzo idraulico; il fondo e i piedritti sono pure rivestiti di buon intonaco idraulico o di cemento; il volto è rivestito solo nelle tratte dove vi potè essere sospetto d'infiltrazioni d'acque dall'esterno. E finalmente diversi drenaggi sottoplatea e conseguenti drenaggi trasversali impediscono le infiltrazioni delle acque del sottosuolo nell'interno della conduttura.

I valloni furono attraversati mediante 17 ponti-canali a più luci e 5 ad una sola luce. I principali sono:

Il ponte Sacconazzo di metri 8 di luce a sesto ribassato e della lunghezza di m. 35 situato allo sbocco della galleria Cava 2.ª; il ponte Cava tra la Cava 3.ª e il Cupiglione lungo m. 64 con due luci di m. 8 a sesto ribassato e 4 laterali di m. 3 a pieno centro. Il ponte che attraversa il vallone Cammisini 1.º lungo m. 97; ha tre archi a pieno centro, uno di m. 15 e due di m. 8 ciascuno, ed un altro verso lo sbocco della galleria delle Liste di m. 8 di corda a sesto ribassato. Dal piano del vallone sino al centro dell'arco principale il ponte misura un'altezza di m. 24 circa. Il ponte sulla Barallina è lungo m. 52 con arco centrale di m. 10, e due laterali di m. 6 tutti a pieno centro.

Ma l'opera più importante è certamente il ponte che serve a superare una forte spaccatura di montagna nella località nominata Tre Pietre al disopra di Termini Imerese. Esso è lungo m. 80, ha un arco centrale a pieno centro di m. 22 impostato sugli appicchi rocciosi formanti le sponde del burrone, e si eleva per m. 42 sul fondo di esso. Lateralmente al grande arco sono disposti altri tre archi minori di m. 8 di luce a pieno centro

La sezione del canale in queste opere d'arte è a piedritti verticali sormontati da calotta a pieno centro. Le murature di tutta l'opera sono sempre in pietrame ed idrauliche, solo in rari casi per gli archi venne impiegata muratura idraulica in mattoni. L'interno del canale è completamente rivestito del solito intonaco in cemento, come pure sull'intradosso del volto è disposta la cappa di calcestruzzo idraulico simile a quella usata nella parte del canale a speco libero. — Le faccie viste delle murature sono o a mosaico o a corsi regolari sbozzati; l'impiantito superiore è costituito da un selciato in massa, dovendo l'opera permettere anche il passaggio ai pedoni per le eventuali visite e la manutenzione all'acquedotto.

Ove si rese necessaria una sistemazione degli alvei dei torrenti attraversati coi ponti canali, vennero eseguite a monte ed a valle briglie di ritegno, come pure vennero fatti consolidamenti di frane in vicinanza a dette opere d'arte con drenaggi ed opportuni banchettoni di materie ghiajate tanto che tutto il cunicolo è perfettamente stagno, e in nessun punto presenta la benchè minima traccia di permeazione.

Per seguire lungo alcune tratte del percorso l'andamento del terreno, e per utilizzare quale forza motrice il forte dislivello tra le sorgive e i serbatoi si sono create quattro cadute o scivole, denominate Liste, Giambardaro, Arduino, Ficarazzi oltre quella a S. Ciro, che utilizza il dislivello tra il serbatoio alto e il basso.

Questi tratti di conduttura sono costituiti da doppia tubolatura in ghisa del diametro di m. 0,450, ed hanno una camera di presa ed una di arrivo.

La camera di presa difesa da opportuna garetta in muratura, chiusa con porta in lamiera di ferro serve a raccordare il canale murato colla condotta a tubi, in essa si trova la manovra di due paratoie in ferro scorrenti in stivi di pietra, e che servono a chiudere la bocca dei tubi qualora si dovesse procedere ad una riparazione di essi o dell'apparecchio motore.

La camera d'arrivo ha pure lo scopo di raccordare la condotta a tubi col canale in muratura; essa fa parte di un fabbricato in cui è già predisposta la camera per le turbine, attualmente attraversata da due tubi ordinari, disposti per una breve tratta verticalmente, e dove trovansi anche locali che si possono adibire ad abitazione pei guardiani.

Lo sviluppo della tubolatura nella caduta Liste è di m. 53 con un salto di m. 26, quello della caduta Giambardaro di m. 80 con un salto di m. 31, 98; quello della caduta Arduino m. 165 con un salto di m. 25, 25; l'altra della caduta Ficarazzi con un salto utile di m. 35; quella a S. Ciro tra il serbatojo alto e il basso è di 130 metri con un salto di m. 28.

Queste cadute sviluppano una forza complessiva di 642 cavalli effettivi, dei quali 398 derivanti dalle tre prime cadute si potrebbero utilizzare per forza motrice da trasportarsi a Termini, il rimanente si potrebbe impiegare a Palermo, o anche in parte in uno dei comuni a questa città vicini.

Per attraversare larghe e profonde vallate nonchè fiumi, ed evitare la costruzione di lunghi ponti canali si costruirono diversi sifoni o condotte forzate con doppia tubolatura in ghisa del diametro di m. 0, 445 e m. 0, 450.

Essi sono in num. di 10 e sviluppano complessivamente m. 9672, così ripartiti:

1.	Cammisini 2.° . . .	m.	127, 00
2.	Imera	»	2590, 00
3.	Torto	»	3605, 00
4.	S. Leonardo	»	898, 00
5.	Barallina	»	111, 00
6.	Giardinello.	»	170, 00
7.	Corriero	»	124, 00
8.	S. Michele	»	449, 00
9.	Milicia	»	809, 00
10.	Ficarazzi	»	889, 00
	Totale	m.	9672, 00

Le maggiori pressioni alle quali vengono i sifoni soggetti sono di 20 atmosfere, raggiunte solo dai sifoni *Imera*, *Torto* e *S. Leonardo*. Seguono i sifoni *Milicia* e *Ficarazzi* sottoposti a 15 atmosfere, mentre gli altri raggiungono appena le 10 atmosfere di pressione.

I tubi stati forniti dalla Società degli altiforni di Terni furono provati ad una volta e mezza la pressione alla quale devono essere assoggettati: ed i giunti delle tubulature a 5 atmosfere in più delle pressioni alle quali per la loro posizione vanno soggetti.

In ciascun sifone vi sono due camere, una di presa al suo inizio e una di arrivo al termine, nello scopo di raccordare il canale murato e la condotta in tubi. Queste camere sono di due tipi secondo che servono ai sifoni di maggiore o di minore importanza.

Nella camera di presa pei grandi sifoni *Imero, Torto, S. Leonardo, S. Michele, Milicia, Ficarazzi* vi sono due ambienti. Nel più grande entra l'acqua proveniente

dal canale, ed ivi pescano mediante gomiti colla bocca rivolta al basso i due tubi costituenti il sifone ed un altro più piccolo che serve per lo scarico della vasca. Nell'altro locale più piccolo trovasi la manovra degli apparecchi di chiusura dei tubi del sifone e dello scarico.

Gli apparecchi di chiusura sono a perfetta tenuta in scanalature eseguite in un pezzo speciale. Questo è composto di due parti; l'una al basso di sezione uguale a quella dei tubi del sifone, l'altra superiore destinata a ricevere e custodire la paratoia quando viene alzata. I due ambienti sopra accennati sono protetti da una garetta in muratura chiusa con porta in lamiera di ferro. La camera di arrivo nella sua struttura muraria è identica a quella di presa; il tubo di scarico ha ancora la saracinesca di chiusura manovrabile; ma i tubi del sifone non hanno saracinesche d'arresto. Essi versano liberamente l'acqua nello ambiente da cui riparte l'acquedotto, non sono risvoltati in basso, e il loro bordo inferiore supera il pelo massimo che può raggiungere l'acqua nel canale murato.

La vasca di presa e quella d'arrivo dei sifoni di minore importanza *(Cammisini, Barallina, Giardinello, Corriero)* sono tra loro identiche e costituite da unica camera in cui giunge o parte il canale murato, ed ha inizio o termine la condotta in tubi. Però nella vasca di presa i tubi del sifone pescano mediante gomiti rivolti al basso, mentre in quella d'arrivo i tubi versano l'acqua liberamente avendo il loro bordo inferiore disposto a un livello superiore a quello che l'acqua ha nel successivo canale murato.

Anche in queste camere vi è un tubo nel fondo per lo scarico, comandato da una saracinesca, che si manovra esternamente alla camera stessa per mezzo di un bottino, costrutto sul fianco della garetta in muratura che protegge le camere stesse.

Nel punto più depresso dei sifoni, ed in prossimità d'una delle sponde del corso d'acqua venne costrutta una camera, pure protetta da garetta in muratura, in cui son collocate le manovre delle saracinesche per lo scarico dei sifoni stessi.

Nei grandi sifoni *(Imera, Torto)* son disposte valvole di sfiato, non automatiche, protette da opportuni pozzetti in muratura con chiusini in pietra, onde lasciar sfuggire l'aria che eventualmeate potesse accumularsi nei punti più alti di quei sifoni

A ritegno dei tubi e per impedire il trascinamento di essi si sono costrutte grosse briglie arcuate in muratura; così pure tutti i gomiti del sifone rivolti in alto vennero caricati da masse murarie per impedire lo sviamento dei tubi stessi.

Nell'attraversamento subalveo dei fiumi per proteggere i tubi si sono costrutte briglie in calcestruzzo: ed i tubi stessi si sono poggiati in masse di calcestruzzo facenti parte della briglia e sono mantenuti a circa m. 1,50 sotto il ciglio superiore della briglia.

Nell'attraversamento poi delle strade provinciali e della ferrovia i tubi dei sifoni vennero immessi in apposite tombe in muratura, alle quali si può accedere da pozzetti murari difesi da chiusini su telaio in pietra.

Per potere regolare il servizio di distribuzione dell'acqua in maniera costante ed uniforme ed alimentare la rete interna anche durante le eventuali interruzioni del canale, si sono costruiti in una località alpestre detta S. Ciro, a pochi chilometri dalla città, due serbatoi, uno alto e l'altro basso, capaci complessivamente di più che 35 000 metri cubi d'acqua.

Il serbatoio alto, in buona parte ingrottato nel monte, è diviso in due vasche, ed ha complessivamente la capacità di più che 20 000 m. c.; il serbatoio basso invece ha una sola vasca capace di oltre 9000 m. c. d'acqua.

Tanto la parte del serbatoio alto a cielo aperto quanto quella del serbatoio basso sono ricoperte da volte a botte sostenute da archi e pilastri. Nelle volte per dare debole luce all'interno delle vasche sono aperte botole, le quali sono difese da cupolette in muratura con luci verticali chiuse da robusti vetri e da fitte ramate non rivolte a mezzogiorno.

Onde impedire il riscaldamento dell'acqua per effetto dei raggi solari fu disposto superiormente alla copertura uno strato di terriccio alto 1 m.; e il muro di stagno venne difeso da un muro di maschera in entrambi i serbatoi.

Il fondo e le pareti fino a m. 0,40 circa sopra il pelo massimo dell'acqua sono rivestiti da buon intonaco di cemento.

L'acqua proveniente dall'acquedotto prima di giungere al serbatoio alto deve passare per una camera di misura annessa al serbatoio stesso.

La quale è divisa in tre piccole vasche separate in diaframmi, che smòrzano la velocità di arrivo dell'acqua, e la lasciano giungere calma alla bocca a stramazzo larga m. 2,50, che serve per la misura.

Più a monte di questa vasca vi è un idrometro in lastra di marmo bianco che segna l'altezza dell'acqua sulla soglia dello stramazzo che pure viene data dall'indice di un idrometro a galleggiante posto in un pozzetto di spia.

L'acqua, dopo essere passata per lo stramazzo entra in un canale costrutto sulla cervice del muro a stagno del serbatoio, del quale viene immessa nelle vasche mediante luci alternativamente seguite da scivole in muratura che guidano l'acqua al fondo del serbatoio. Siccome tali luci sono aperte solamente su un lato delle vasche, così per la migliore circolazione e il rimescolamento dell'acqua due tubi in cemento, partenti dal canale alimentatore, conducono l'acqua nella parte più ingrottata delle vasche.

Nel caso che si voglia fare direttamente dal canale l'alimentazione della città, allora tanto le luci d'immissione che i tubi in cemento vengono chiusi da paratoie, ed il canale alimentatore si mette in comunicazione con una cameretta situata alla stessa quota del canale in cui pescano due tubi di ghisa, l'uno di m. 0,550 di diametro che porta direttamente l'acqua in città, e l'altro del diametro di m. 0,500, che versa l'acqua nel serbatoio basso, e può nello stesso tempo, per mezzo di opportune saracinesche alimentare direttamente la città nel caso della sospensione del servizio con la tubolatura di 550.

Questi tubi scendono verticalmente in un locale sottostante e quivi si riuniscono ciascuno ad altri due tubi provenienti dal fondo delle due vasche del serbatoio, che servono per l'alimentazione indiretta usata normalmente.

Parecchi sfioratori impediscono all'acqua di superare nel serbatoio la quota 89,00, versando l'acqua di soprappiù in un canale di scarico disposto tra il muro di stagno e il muro di maschera.

Dalla camera d'arrivo un'apertura munita di saracinesca può immettere l'acqua direttamente nei serbatoi, come pure un'altra saracinesca può scaricare le vasche di arrivo, di calma e di misura nel canale di scarico.

Il tubo, di cui sopra è cenno, destinato ad alimentare il serbatoio basso, entra in un fabbricato laterale al serbatoio stesso, dal quale passa in un canale alimentatore disposto sulla cervice del muro a stagno. Dal canale alimentatore l'acqua per bocche simili a quelle descritte nel serbatoio alto entra in una vaschetta, nella quale pesca un tubo del diametro m. 0,500, che serve all'alimentazione diretta. Questo tubo, scendendo verticalmente, va a riunirsi in un locale sottostante ad un altro tubo simile proveniente dal fondo della vesca, e che serve manovrando

opportuna paratoia all'alimentazione indiretta della condotta; ciò che si usa normalmente. Una speciale paratoia collocata attraverso il canale alimentatore può nel caso di alimentazione diretta impedire l'ingresso dell'acqua nella vasca del serbatoio; un'altra paratoia permette di alimentare la condotta direttamente dal serbatoio alto.

Diversi sfioratori impediscono al pelo dell'acqua di superare la quota di m. 54, e scaricano le acque sovrabbondanti in un'apposita vasca esterna, dove pure si versano quelle sovrabbondanti del serbatoio alto.

Le modalità di costruzione del serbatoio basso sono identiche a quelle dell'altro serbatoio.

La costruzione dei due serbatoi a livello diverso permette di dividere la distribuzione interna in due reti, una per la parte alta e l'altra per la parte bassa della città. Due tubolatore per ambedue i servizi partendo dai serbatoi proseguono parallele sino alla località della Guadagna, in prossimità al fiume Oreto, dove trovasi un fabbricato di manovra. Nel quale tra le due tubolature principali sono disposti collegamenti e saracinesche, mediante le quali si può scaricare totalmente o parzialmente l'acqua nel fiume Oreto, ed alimentare la città con una sola delle tubolature principali od invertire i servizi nel caso di guasto momentaneo.

Prima di giungere alla Guadagna, e precisamente al trivio S. Ciro, Brancaccio e Fichidindia, dalla tubolatura bassa si dirama una tubolatura del diametro di m. 0,175 per la via Brancaccio. Nella stessa località trovasi la presa capace di più che 3000 m. giornalieri a servizio del Municipio di Palermo, e che può essere alimentata tanto dal tubo del serbatoio alto quanto dal tubo del serbatoio basso.

Dalla Guadagna le due tubolature principali si allontanano l'una dall'altra, dirigendosi, quella del diametro di m. 0,550 a Porta Monfalto per il servizio della città alta, l'altra, del diametro di m. 0,500 a Porta S. Antonino per il servizio della parte bassa della città; nondimeno i due servizi possono essere messi in comunicazione nell'interno della città aprendo opportune saracinesche.

Lo sviluppo totale della rete di distribuzione è di m 83 000, e il diametro dei tubi varia da 0,550 a 0,040, secondo che trattasi di condotti principali o di tubi di derivazione per strade secondarie. Lungo tutta la tubolatura di distribuzione sono disposte saracinesche d'arresto per provvedere alle eventuali riparazioni e ai lavori di presa. Il numero totale di queste saracinesche comprese quelle in opera ai serbatoi è di 258.

In vari punti della città vi sono pure saracinesche di scarico di diametro corrispondente a quello dei tubi su cui s'innestano; il loro numero è di 68; e sono seguite da tubolature di scarico della lunghezza complessivamente di m. 259.

A garantire il regolare funzionamento della distribuzione dagli inconvenienti, che si suppone, possa produrre l'eventuale formazione di bolle d'aria, vennero disposti num. 21 sfiati a robinetto ed automatici.

Piatti di chiusura tappano le estremità dei tubi che non hanno proseguimento.

Lungo la rete infine sono disposte num. 360 bocche da incendio che possono servire tanto all'estinzione diretta quanto all'alimentazione delle pompe.

(Giornale Scientifico).

Ferrovia del Congo. *(Rapporto del dott. Ettore Villa, R. Console a Matadi).* — Chi getta uno sguardo su una carta dello Stato indipendente del Congo, vede stendersi, lungo il corso del fiume Congo a circa 200 chilometri dall'Oceano, una regione detta delle cateratte, che misura circa 400 chilometri. Essa sta su quella parte del fiume che, a causa di numerose cascate poste fra Stanley-pool e Matadi

non è navigabile. In questa regione una Società anonima belga, fin dal 1889, iniziò i lavori di una ferrovia avente per scopo di riunire l'Oceano colla parte superiore del Congo e coi suoi affluenti, di conquistare cioè più di 7000 chilometri di acque navigabili e di aprire facili comunicazioni col centro dell'Africa. Questo lavoro, uno dei più importanti del nostro secolo, è ora un fatto compiuto. Di quali frutti esso possa essere fecondo, è facile immaginare. Chi è stato in Africa conosce quali e quante siano le difficoltà di trasporto sui sentieri carovanieri del paese; esse possono arrestare la più ardita ed intelligente impresa. La mancanza di opportuni mezzi di penetrazione fu ed è la causa principale dei rovesci che le nazioni d'Europa hanno trovato in Africa. Questo fatto è sì ben compreso che le ferrovie di penetrazione vi si moltiplicano. L'influenza morale che esse esercitano sulle popolazioni indigene è più forte di quella dei colpi di cannone e di fucile.

La ferrovia del Congo, costrutta attraverso una regione abitata da genti barbare e fiere, le quali avevano in molte circostanze create serie difficoltà allo Stato venne compiuta senza alcun ostacolo da parte loro. Si sarebbe detto che la barbarie indietreggiava man mano che la locomotiva avanzava, e che il negro, meravigliato dei potenti mezzi di cui il bianco disponeva, si dichiarava vinto.

La ferrovia del Congo parte da Matadi e raggiunge Stanley-pool con un percorso di 395 chilometri; venne incominciata nel 1889, furono spesi 65 milioni, impiegati 80 mila negri e 2 000 bianchi. È a scartamento ridotto di 75 cm., con pendenze massime di 35 p. mille e curve minime di 60 metri di raggio. In questa stretta via ferrata corrono macchine di 32 tonnellate e vagoni di 10. Questa sproporzione fra lo scartamento ed il materiale mobile non è però senza qualche inconveniente. La distanza tra Matadi e Stanley-pool è percorsa in 20 ore circa. A percorrere la medesima distanza sul sentiero delle carovane, il portatore congolese, con un carico di 30 chilogrammi impiega un mese. Il cammino è difficile per le grandi pendenze che si devono superare e per i larghi fiumi da passare a guado, fra popolazioni sempre pronte ad attaccare la carovana ed a fare bottino. La necessità che aveva lo Stato del Congo di fare il trasporto traverso questa regione per mezzo d'uomo, era sorgente di gravi mali. È una fatica mortale per il negro questa del trasporto in un paese irto di montagne ed attraversato da fiumi impetuosi, rigonfi una buona parte dell'anno; tanto che la via carovaniera era seminata di cadaveri e di carichi abbandonati. Dico seminata di cadaveri, poichè tante furono le vittime, che il basso Congo è ormai quasi privo di popolazione. Noi salutiamo adunque con viva gioia la ferrovia, che pone termine a questa situazione triste e crudele.

Il personale impiegato nell'esecuzioue dei lavori (sorveglianza e guida) fu, anche quì quasi esclusivamente italiano. Non ho che a lodarmi della benevolenza che l'Amministrazione della ferrovia del Congo ha sempre usato verso i nostri connazionali, dei quali apprezza l'intelligenza, l'amore al lavoro e la sobrietà. È con vero orgoglio d'italiano che posso attestare che quì gli italiani si fecero e si fanno onore. Durante gli anni in cui ho diretto questo Consolato, due sole volte (preciso, perchè ne vale la pena) la giustizia del paese ebbe ad occuparsi d'italiani. In un primo caso, un accusato di delitto comune venne condannato a 5 mesi di prigione, poi graziato; nel secondo si tratta di una condanna a pena pecuniaria. E se qualcuno dei nostri, vittima onorata del proprio lavoro, ha trovato quì la morte, molti hanno invece potuto procurarsi una relativa agiatezza.

I lavoratori negri sono quasi tutti delle Colonie inglesi e francesi della costa

occidentale d'Africa, di Sierra Leone, Accra, Lagos, Senegal, ecc. Sono generalmente robusti ed intelligenti.

Il punto d'arrivo della ferrovia è, come dissi, a Stanley-pool, nelle vicinanze di Léopoldville, dove è facile l'approdo ai piroscafi dell'alto Congo. Ivi si costruiscono magazzini, officine, un ponte di approdo, tutto il necessario infine per soddisfare alle esigenze del commercio, pel quale si prevede un fausto avvenire.

L'inaugurazione ufficiale della linea si farà il 1.° luglio 1898, anniversario della fondazione dello Stato indipendente del Congo, coll' intervento, a quanto si spera, di S. A. R. il Principe ereditario del Belgio.

Teorie ed esperienze sul tubo di Pitot e sul molinello di Woltmann. — Sugli *Annales des mines anno 1898, pag. 331*, l'Ing. M. Rateau professore alla Scuola di Miniere di S. Etienne pubblica un interessante lavoro sulle misure idrauliche effettuate col tubo di Pitot e col molinello di Woltmann. Fa innanzitutto uno studio molto accurato sugli apparecchi, sugli errori di lettura e sulle cause d'incertezza che accompagnano le esperienze di misure fatte con tali apparecchi. Riproduciamo la conclusione raccomandando l'esame dell'intero lavoro.

« In definitiva noi vediamo che il tubo di Pitot ed i molinelli tarati a mano od a mezzo di uno spostamento rettilineo misurano correttamente la velocità della corrente fluida in cui sono immersi, se questa corrente è perfettamente omogenea e regolare; e che nel caso contrario, il quale è sfortunatamente il più frequente essi danno, per quanto riguarda la velocità media, delle indicazioni sempre esagerate, e tanto più esagerate se grande è l'irregolarità della corrente.

Il tubo di Pitot misura allora piuttosto le quantità di movimento medio nel tempo, sulla trajettoria dove si trova collocato; da cui si potrà dedurre con una qualche approssimazione, la velocità media, se si ha qualche dato sul coefficiente di irregolarità.

Quanto ai molinelli, essi misurano la quantità di movimento medio nello spazio se si tratta di liquidi; e essi la misurerebbero ancora se si trattasse d'aria, quando l'irregolarità si producesse solo per rapporto allo spazio; ma questa si produce allora necessariamente anche per rapporto al tempo, e, siccome l'inerzia del molinello giuoca una parte più attiva quanto più le variazioni di velocità sono rapide e brusche, le indicazioni dell'istrumento non hanno più che una relazione assai complicata, sia colla velocità media, sia colla quantità di movimento media.

Dobbiamo dunque concludere che non si potrà mai riuscire a misurare esattamente le velocità delle correnti d'aria irregolari col mezzo del tubo di Pitot ed ancor meno cogli anemometri.

Tutto ciò che si può cercare di fare, è di ridurre dapprima al minimo possibile l'effetto dell'inerzia del molinello conformandosi alle condizioni seguenti, e cioè; alette inclinate di 45°, grande leggerezza della ruota mobile, ed in seguito col procurarsi dei dati generali, almeno approssimativi, sulla esagerazione che è temibile nelle circostanze ordinarie. Da questo punto di vista vi ha ancora tutto da fare. Le esperienze in questo senso saranno certamente lunghe e difficili, ma non sono impossibili e senza dubbio non mancherebbero di interesse.

L'influenza dell'inerzia dei pezzi mobili deve essere per contro assai poco sensibile nei molinelli idrometrici, di guisa che si può affermare che questi istrumenti di misura sono più esatti che non il tubo Pitot od il suo derivato di Darcy per i casi di correnti d'acqua le cui velocità siano rapidamente variabili nel tempo, come avviene appunto per i fiumi ed i canali.

La formola degli idrometri ed anemometri che converrebbe d'impiegare per le piccole velocità è:

$$v = a + \frac{b}{n} + \frac{c}{v}$$

di secondo grado in v; a, b, c, essendo tre coefficienii di cui il primo (a) è generalmente assai piccolo e talvolta nullo nel caso degli idrometri, e di cui il secondo è tanto più piccolo quanto meno attriti presenta l'apparecchio nei perni e negli ingranaggi.

Per delle grandi velocità, la formola precedente non pare adatta a rappresentare esattamente i risultati della taratura. La causa di questo fatto può dipendere sia da una modificazione importante nell'onda di spostamento prodotta nel fluido pel passaggio della gabbia del molinello e dell'asta che lo sorregge, sia anche da una modificazione nella legge di resistenza del fluido.

La formola generale dei molinelli, per tutte le velocità, deve piuttosto scriversi come segue:

$$b\,n = v - \frac{c}{v} - \frac{f(v)}{v}$$

$f(v)$ essendo la funzione di resistenza del fluido, funzione sulla quale non si è ancora riusciti a fissare nettamente le idee.

Un nuovo combustibile. — Nell' isola Barbados (Antille) esistono grandi quantità di un minerale che gli indigeni chiamano « manjak ». Esso ha un aspetto nero brillante, e si trova ad una piccolissima profondità e talvolta anche alla superficie del suolo, in strati di m. 0, 30 a 0, 60 di potenza. Gli ingegneri che ebbero occasione di esaminarlo pensano che si tratti di petrolio solidificato, che sovventi si vede uscire e galleggiare sull'acqua. La sua composizione, secondo la *Wallmans Vers. Zeitung*, è analoga al catrame della Trinità, alla gilsonite dell'Utah ed all'albertite del Canadà, ma si distingue per la sua buona qualità. Le migliori varietà di manjak contengono 2 per cento d'acqua, 70, 85 per cento di sostanze organiche volatili, 23, 97 per cento di sostanze organiche solide, 0, 18 per cento di sostanze minerali, laddove i catrami della Trinità contengono 21 a 30 per cento di acqua e 38 per cento di ceneri. Da ciò si vede come il manjak sia più ricco di bitume. Tra le diverse applicazioni, lo si impiega come vernice, materia agglutinante, combustibile mescolato alla torba. Le sue proprietà isolanti permettono di credere che possa sostituire la guttaperca nelle applicazioni elettriche.

L'impiego delle macchine a dipingere nelle officine ferroviarie dell'America. (*Génie Civil*). — L'impiego delle macchine a dipingere funzionanti per mezzo dell'aria compressa comincia a diffondersi in America.

Le officine delle strade ferrate dell'Illinois centrale a Burnside hanno soppresso la verniciatura a mano per i carri merci, per i telai dei vagoni viaggiatori e in generale per tutti i lavori che non richiedono un'esecuzione molto accurata. Secondo Mac Master ingegnere di tali officine si realizza coll'impiego delle macchine un'economia sensibile di tempo e di danaro.

Secondo l'*Engineering News* il tempo e il prezzo comparativo che esige la dipintura di un vagone coperto lungo m. 10,50 coi due processi è:

coloritura a mano . . .	tempo .	Ore	10,55
	costo . .	L.	8,4768
coloritura a macchina	tempo .	Ore	3,51
	costo . .	L.	3,0285

L'economia è dunque del 67 p. cento per il tempo e del 64 p. cento per il costo. Inoltre si potè realizzare colla macchina un'economia di 3 Kg. di colore per questo vagone.

Per un telaio da vetture l'economia passa l'80 per cento. Questi risultati diminuiscono un po' se si conteggia l'interesse e l'ammortamento del macchinario che diventa necessario, ma visto che oggi tutte le officine impiantate per vagoni possiedono compressori d'aria per la prova dei freni e per la manovra dei cabestani si può già contare sul mezzo motore. Una economia media del 50 p. cento sembra ottenibile.

Trasporti di forza a corrente polifase *(Thompson Houston).* — La General Electric C. ha fatto e prepara un gran numero di trasporti di forza a corrente trifase.

Diamo qui qualche indicazione sommaria degli impianti più importanti, fatti oppure in corso di esecuzione

La distanza maggiore raggiunta dalla General Electric C. nei suoi trasporti di forza è quella di 136 Km in un impianto a Redlands in California. Il potenziale della linea è di 30 000 volts e si trasportano 4000 HP.

Il massimo salto di potenziale usato è quello di 40 000 volts a Telluride nell'Utah per un trasporto di forza di 1000 HP a 88 Km. di distanza.

Dal punto di vista dell'energia trasmessa l'impianto più importante è quello di Montreal nel Canadà per 12 000 cavalli con una distanza di 10 Km. e un potenziale di 4400 volts.

Seguono gli impianti di minore importanza ordinati secondo la quantità di energia trasmessa:

1. A Londra un impianto di 6835 HP e una distanza di 10 Km. per la Compagnia Centrale dei Tramways. Il potenziale è di 5000 volts.
2. A Ogden nell'Utah 5000 HP con una distanza di 64 Km. e 15 000 volts di differenza di potenziale.
3. A Mechanicville nello Stato di Nuova York con 5000 HP, 23-28 Km e 12 000 volts.
4. A Minneapolis nel Minnesota, 4700 HP, 16 Km. e 11 000 volts.
5. A Sacramento nella California, 4000 HP, 36 Km. e 11 000 volts.
6. A Bute City nello Stato di Montana, 4000 HP, 34 Km. e 15-26 000 volts.
7. Alle cascate del Niagara per la compagnia dei tramways di Buffalo, 2145 HP, 34 Km. e 11 000 volts.
8. A Fresno in California, 1407 HP, 56 Km., 11 000 volts.

In totale circa 105 000 HP.

Tipografia e Litografia degli Ingegneri. Ing. C. SALDINI, Gerente.

COMITATO DI DIREZIONE E COLLABORAZIONE
DEL GIORNALE

DIRETTORE

COLOMBO *Prof.* GIUSEPPE, Deputato al Parlamento.

Redattore

SALDINI *Ing.* CESARE, Prof. di Tecnologie Mecc. nel R. Ist. Tec. Sup. di Milano

CONSIGLIERI COLLABORATORI

BARZANÒ CARLO, Ingegnere industriale.

BELTRAMI Arch. LUCA, Direttore dell' ufficio regionale per la conservazione dei monumenti in Lombardia, Deputato al Parlamento.

BERTINI Ing. ANGELO, Direttore della Soc. gen. italiana di elettricità sistema Edison.

BIGNAMI SORMANI EMILIO, già Ing. di div. presso l'ufficio tecnico del Municipio di Milano.

BOITO CAMILLO, Prof. di Arch. nel R. I. T. S. e nella R. Acc. di B. A. in Milano.

BROTTI ENRICO, Ingegnere di divisione presso l'ufficio tecnico municipale di Milano.

CANTALUPI ANTONIO, già Ingegnere capo del Genio Civile.

CELORIA GIOVANNI, Professore per la Geodesia nel R. Istituto Tecnico Superiore e Astronomo presso il R. Osservatorio di Brera in Milano.

CERADINI CESARE, Professore di Scienza delle Costruzioni nella R. Scuola d'applicazione per gli Ingegneri in Roma.

COTTRAU Ing. ALFREDO, Vice Presid. delle Società ferrov. Sicula-occid. e Secondarie Sarde ed Amministratore della Società italiana per le strade ferrate della Sicilia.

CRUGNOLA Prof. GAETANO, Ingegnere Capo della Provincia di Teramo.

FERRINI RINALDO, Prof. di fisica tecnologica nel R. Istituto Tecnico Sup. di Milano.

GABBA LUIGI, Prof. di chimica tecnologica nel R. Istituto Tecnico Sup. di Milano.

GUZZI PALAMEDE, Ingegnere industriale.

JORINI Ing. FEDERICO, Professore per la costruzioue dei ponti ed opere marittime nel R. Istituto Tecnico Superiore di Milano.

JUNG GIUSEPPE, Professore per la Geometria proiettiva e la Statica grafica nel R. Ist. Tec. Sup. di Milano.

LORIA Ing. LEONARDO, Prof. per le strade ferrate nel R. Ist. Tec. Sup. di Milano.

MARTELLI Ing. GIUSEPPE, Prof. pei lavori di terra nel R. Ist. Tec. Sup. di Milano.

MASERA GIOVANNI, Ingegnere Capo dell'ufficio tecnico municipale di Milano.

MORETTI LUIGI, Ing. capo dell' ufficio tecnico dell' Orfanotrofio e Luoghi Pii annessi.

PALADINI Ing. ETTORE, Prof. per la condotta delle acque e le costruzioni idrauliche nel R. Istituto Tecnico Superiore di Milano.

PESTALOZZA Ing. ALESSANDRO Consigliere prov. membro della Giunta di sanità.

POGGI FELICE, Ingegnere di divisione presso l'ufficio tecnico municipale di Milano.

PONZIO Ing. GIUSEPPE, Professsre per gli elementi e la teoria delle macchine nel R. Ist. Tecnico Superiore di Milano.

SAYNO Ing. ANTONIO, Prof. per la scienza delle costr. nel R. Ist. Tec. Sup. di Milano.

SALMOIRAGHI Ing. ANGELO, Direttore e proprietario dell' Officina Filotecnica Porro.

SANT'AMBROGIO Dott. DIEGO.

SPERONI Ing. EMILIO, Ing. di riparto presso l'ufficio tecnico degli Istituti Ospitalieri.

VENTURI ADOLFO, Prof. di Geod. nella R. Scuola di applic. per gli Ing. di Palermo.

ZUNINI LUIGI, Prof. per le eserc. elettrotec. nel R. Ist. Tec. Sup. di Milano.

Redazione ed Amministrazione, Via Unione, 9 — **MILANO.**

ANNO XLVI

IL POLITECNICO

GIORNALE

DELL' INGEGNERE ARCHITETTO CIVILE ED INDUSTRIALE

Maggio 1898

SOMMARIO.

Con 5 Tavole, e sette figure intercalate nel testo. (Le tavole 24 e 25 si daranno nel prossimo numero).

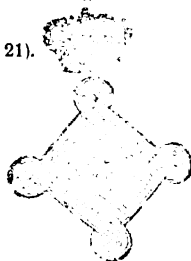
MILANO
Tipografia e Litografia degli Ingegneri
9 — Via Unione — 9
1898

DI ALCUNI IMPIANTI

PER IL TRASPORTO DELL'ENERGIA ELETTRICA

(Vedi pag. 225 e le tav. 1, 2, e dalla 11 alla 16 e la 19, 20 e 21).

L'IMPIANTO IDROELETTRICO DI PADERNO.

(Continuazione).

Avendo così descritta la parte idraulica dell'impianto e detto quanto occorreva per dare una idea delle turbine veniamo ora alla parte elettrica e prendiamo anzitutto in considerazione lo schema generale degli impianti fatti o da farsi dipendenti dalla stazione generatrice di Paderno (tav. 19).

Le correnti generate dalle dinamo di Paderno sono raccolte sulle sbarre collettrici della stazione e avviate direttamente nella linea senza intermediario alcuno di trasformatori.

La linea, lunga 32 Km. ha una derivazione all'altezza di Monza per fornire energia motrice e luce a questa industriosa città.

A Milano la linea mette capo a Porta Volta.

L'officina di Porta Volta è composta di due parti: una stazione di trasformatori dell'energia proveniente da Paderno, e una stazione generatrice a vapore.

Tanto i trasformatori quanto gli alternatori annessi alle macchine a vapore, forniscono correnti trifasiche a 3600 volt e 42 periodi: quindi esse possono raccogliersi e confondersi sulle medesime sbarre collettrici, sostituirsi le une alle altre, concorrere negli stessi servizi.

Porta Volta è quindi l'origine della distribuzione in Milano la quale comprende tre servizi distinti:

1. La distribuzione di energia per motori e luce nelle zone industriali della città fatta con rete sotterranea, a correnti trifasiche, a 3600 volt, con rete secondaria a 150 volt.

2. L'alimentazione del servizio trazione fatta con trasformatori rotativi posti nella nuova officina di S. Radegonda.

3. L'alimentazione della antica rete Edison a corrente continua, pure fatta mediante trasformatori rotativi posti nella detta Officina di S. Radegonda.

Come si vede, quasi tutti i generi di applicazioni sono compresi in questo impianto che da una origine sola dovrà animare motori sincroni, asincroni, a bassa o alta tensione, lampade ad incandescenza, ad arco, e motori per trazione.

È questa molteplicità di applicazioni che rese difficile lo studio dell'impianto di Paderno e che ora lo rende interessante: perchè ogni servizio ha delle esigenze sue particolari alle quali tutto l'impianto deve rispondere, senza che ne venga scossa l'unità o disturbata l'economia generale.

I punti principali che stabiliscono i caratteri di un impianto elettrico sono: il sistema di correnti, la frequenza, la tensione.

Quanto al sistema di correnti, le diverse Case costruttrici interpellate avevano presentato le correnti trifasiche, le bifasiche e la continua.

La proposta dell'impiego della corrente continua era fatta dal Thury.

Chiunque fu nel 1896 al Congresso di Ginevra avrà potuto rendersi conto della tenacia con cui il Thury sostiene il sistema di trasmissione a corrente continua in serie: una tenacia che rasenta l'apostolato. E bisogna convenire che fino a che si tratta di trasmissione semplice senza distribuzione, il problema, entro certi limiti, può avere anche colla corrente continua, una soluzione soddisfacente. Ma quando si viene alla distribuzione, le cose cambiano: bisogna forzatamente passare per trasformatori rotativi, ciò che offre una soluzione tecnica ed economica indiscutibilmente tanto inferiore a quella dei sistemi a correnti alternative, da far scomparire tutti i vantaggi che si ottengono nella trasmissione: e in un impianto che deve alimentare gli svariati servizi di una grande città, la distribuzione frazionata ormai si impone.

La scelta fra il bifasico e il trifasico non era due anni fa così facile come oggi; allora il sistema di correnti bifasiche sostenuto da qualche costruttore e difeso da autorevoli consigli, occupava ancora una posizione abbastanza forte.

Sfatata però l'illusione che col sistema bifasico fosse più facile il servizio cumulativo di motori e illuminazione, assodato che la sua condottura era la meno economica, questo sistema venne definitiva-

mente abbandonato per far luogo al trifasico che egualmente e forse meglio, permette il servizio cumulativo e che, essendo perfettamente simmetrico nelle sue parti, offre un sistema di distribuzione più uniforme e più elastico.

La scelta della frequenza delle correnti è assai importante essa pure: una volta fatto l'impianto è facile cambiare le tensioni se son troppo alte o troppo basse, è facile passare dal trifase al bifase se il sistema non soddisfa: ma la frequenza, una volta costrutto il macchinario, non si cambia più.

È oramai ammesso che la miglior frequenza è fra i 40 e i 60 cicli per secondo: e più verso il limite alto si deve tendere per impianti in cui la luce sia preponderante, più verso l' inferiore per quelli in cui lo sono i motori: questo secondo era il caso presente; e poichè già la Società Edison possedeva un vecchio impianto monofasico Ganz sul quale erano installate parecchie centinaia di Kw. in trasformatori costrutti per 42 cicli, fu prescelta appunto questa frequenza.

Il problema della scelta della tensione è invece uno di quelli intorno a cui l' ultima parola è lungi dall' essere detta.

Quindici anni fa era alta tensione quella di cento volt, e si parlava di duecento volt come di cosa paurosa: poi poco a poco venne la volta delle migliaia, oggi siamo alle decine di migliaia di volt.

In impianti fatti a tensioni che parevano arrischiate per il tempo in cui sorsero, si videro dopo pochi anni raddoppiate le tensioni stesse senza preoccupazione alcuna.

Tuttavia ogni passo fatto nel senso di aumentare i voltaggi, fu eccessivamente prudente, forse perchè l'esperienza aveva dimostrato che gli effetti e i pericoli crescevano con maggior rapidità delle tensioni stesse.

Ogni scelta di tensione rispecchia naturalmente queste due preoccupazioni, e se da una parte si sarebbe portati ad attuare oggi quello che si presente sarà la soluzione del domani, si è poi invece trattenuti dalla prudenza che si deve avere di fronte all' incerto.

In ogni modo anche indipendentemente dalle difficoltà tecniche, al disopra di certi valori non è così facile anche la determinazione della tensione più economica.

In alcuni impianti, non so se prima o dopo la scelta della tensione si sono intavolati dei calcoli per determinare e giustificare la scelta medesima: e ciò sovrapponendo due curve, di cui l'una indichi come la spesa in rame diminuisca coll' aumento della tensione di lavoro,

l'altra, come invece, con questo aumento crescano pure il costo delle macchine, degli apparecchi e degli isolamenti, e ciò a parità di rendimenti. Ma questo è un calcolo incompleto: bisognerebbe per completarlo, poter valutare quali saranno le maggiori spese di riparazioni e manutenzioni nel caso delle alte tensioni: e quante esperienze ne abbiamo noi al disopra di 5000 volts?

Per l'impianto di Paderno fu stabilito la tensione di 13 500 volts direttamente generata nella dinamo.

Il generare direttamente la tensione della linea, e quindi la eliminazione dei trasformatori dalla stazione generatrice, rappresenta anzitutto una forte economia nelle spese d'impianto, poi tutto l'insieme dell'installazione stessa diventa più semplice, il rendimento si fa più elevato, le manovre si riducono a poca cosa, la manutenzione si fa molto economica.

Però bisogna anche osservare che era la prima volta che si parlava di alternatori a 13 500 volts.

La questione poteva essere considerata sotto il punto di vista della sicurezza di funzionamento e di isolamento che una dinamo a 13 500 poteva presentare, sotto quello della economia della trasmissione ed infine sotto quello della semplicità della linea.

Quando si discutevano le generatrici di Paderno, vi erano poche dinamo in esercizio la cui tensione toccasse i 5000 volts: alcune Case costruttrici ne avevano nelle loro sale di prova qualcuna a voltaggio maggiore e non esisteva in esercizio, colla tensione di 10 000 volts, che l'alternatore del De Ferranti, un'ardita costruzione che, piuttosto che una macchina, rasenta il tipo di un apparecchio da laboratorio.

D'altra parte però non esistevano forse trasformatori a 15-20 mila volts, e non sono apparecchi di funzionamento sicuro? E se si possono costruire buoni trasformatori a 15 000 volts, perchè non si possono costruire buoni alternatori a 13 500?

Alle objezioni che alcune Case costruttrici sollevavano si poteva fare l'appunto che molte dipendevano dal volersi essi attenere, nella costruzione di macchine ad alte tensioni, ai loro metodi di costruzione impiegati per le basse o medie tensioni: mentre questo concetto si deve avere: che una dinamo ad altissima tensione deve essere, specie nei particolari, assai diversa da quella a tensioni normali.

Quanto alla linea, bisognava arrivare almeno a 13 500 volt per avere una soluzione soddisfacente.

Tenuto conto che per non avere una notevole selfinduzione non bisognava sorpassare 8 o 9 mm. di diametro nei fili, con 13 500 volts, bastavano 18 fili per avere una perdita in energia del 9 %, mentre con 10 000 volts ancora con 18 fili tale perdita montava al 17 % e per ridurla al 9 % occorrevano 36 di tali fili.

La soluzione quindi a 13 500 volts era elegante, economica e semplice: e confortata anche dall'autorevole avviso del Prof. Ferraris essa fu audacemente e ponderatamente prescelta.

Però anche della prudenza fu tenuto conto e l'impianto è fatto per modo che se qualche fenomeno imprevisto venisse a perturbarne l'andamento, sia possibile, senza nulla alterare, ridurlo ad una più bassa tensione.

Possiamo ora riassumere i dati principali dell' alternatore trifasico: son dunque:

Potenza assorbita 2160 HP ossia 1590 Kw.
Velocità 180 giri al 1'
Frequenza 42 al 1''
Differenza di potenziale fra i fili del sistema trifasico 13 500 volts.

La costruzione delle generatrici e dei quadri, venne affidata alla ben nota Ditta Brown Boveri e Co. di Baden.

La dinamo è del tipo a circuiti indotti fissi, e a induttore girante, foggiato a stella di poli (tav. 20).

È una macchina che a prima vista presenta un aspetto singolare: sembra composta di due volani che girino l'uno dentro l'altro. Questa forma si spiega subito osservando come l'intera struttura differisca essenzialmente da quella di tutte le altre macchine del genere. Ordinariamente nelle dinamo la parte fissa riposa sopra larghi appoggi laterali collegati o meno ai supporti: in questa invece, riposa completamente sui supporti. A ciascun supporto è collegata dalla parte interna una superficie cilindrica: la corona dell' indotto è portata da sei razze concorrenti ad un mozzo che è serrato su questa superficie cilindrica. Questa disposizione, oltre a rendere più semplice e leggera la costruzione, ha due scopi speciali; il primo di garantire una centratura perfetta della parte fissa rispetto alla ruotante, perchè tutto si riferisce per via di torniture successive al cuscino del supporto: il secondo di rendere più facili le eventuali riparazioni.

Infatti ove qualcosa avvenisse nella parte inferiore dell'armatura, non c'è che da levare le viti che si vedono ai lati della macchina, e per mezzo

di un arganello far ruotare il tutto intorno alle due espansioni cilindriche dei supporti.

La parte ruotante presenta anche essa dei particolari interessanti. Essa porta 28 poli di acciaio fuso, massicci, ciascuno dei quali è serrato da due viti sulla periferia del volano. L'avvolgimento di questi poli non è fatto con fili o nastri al modo ordinario, ma è composto come segue. Una sbarra piatta di rame dello spessore di 4 mm. larga 25 o 30 mm. viene piegata ad elica nel senso della maggiore dimensione: il solenoide risultante è compresso con un torchio idraulico e le spire son isolate fra di loro da fogli di carta: si ottiene così un avvolgimento che meccanicamente presenta una solidità grandissima e che non teme gli strappi della forza centrifuga.

Gli avvolgimenti dell'indotto sono passati dentro tubi di carta-micanite. Questo modo di avvolgimento è costoso e richiede molto lavoro perchè le bobine vanno avvolte sulla macchina stessa e passate spira per spira dentro i tubi: ma l'uso di un tubo intero senza giunto è di grande sicurezza per le alte tensioni. Questi tubi sporgono almeno 10 cm. dal ferro per impedire le scariche fra i fili e la carcassa, e fra i fili stessi si è avuto cura di tenere distanze di almeno 15 cm. Per questa ragione la macchina riesce molto larga, ma tutte queste cure bisogna prendere per tenere imprigionata la tensione che cerca ogni più piccola via, ogni superficie appena appena conduttrice, per sfogare la sua energia distruttrice.

Ogni dinamo porta sul medesimo asse la propria eccitatrice.

Abbiamo detto che la reazione interna di queste macchine è debole: infatti essa è garantita del 5 $^0/_0$ a carico non induttivo e del 15 $^0/_0$ a carico induttivo con un fattore di potenza dell'80 $^0/_0$.

Il rendimento promesso a pieno carico è del 95 $^0/_0$ nel primo caso, del 93 $^0/_0$ nel secondo.

Questi alternatori devono poter assorbire la potenza totale di 2160 HP col rendimento corrispondente anche quando il fattore di potenza è di 80 $^0/_0$: devono in tali casi poter fornire 80 ampères e ciò dopo 24 ore di funzionamento a pieno carico.

È questo il dato che determina la potenza e le proporzioni della macchina: ed è il solo esatto: qualunque indicazione non riferita al fattore di potenza non ha alcun senso.

Il dare una grande importanza ai quadri è una cosa affatto recente, portata dalle ultime esperienze in materia. Nei primi impianti, in cui

erano in giuoco intense correnti ad alte tensioni, non si diede ai quadri maggiore importanza che quella che si attribuiva loro negli ordinari impianti di illuminazione.

Ma i numerosi inconvenienti avvenuti, dimostrarono poco a poco che in tali impianti il quadro rappresenta uno degli organi più delicati di tutta l'installazione e va studiato con cura, eseguito senza economia, e sopratutto disposto con grande abbondanza di spazio.

Il quadro di Paderno, studiato con questi criteri, occupa 160 mq.; ed è disposto in una grande apertura centrale della parete della sala. Gli apparecchi per le manovre riguardanti le dinamo si trovano su un ballatoio alto 3 m. sul suolo dell'officina, quelli riguardanti la linea, nella parte posteriore del locale.

Quello che chiameremo quadro dinamo è diviso in 9 sezioni, delle quali 7 appartengono a 7 alternatori, 2 servono da quadri collettori generali e sono disposti al centro degli altri.

La Tav. 21 rappresenta uno schema completo dei quadri delle generatrici delle linee partenti da Paderno e delle linee d'arrivo a Milano.

Ciascuna delle sezioni delle generatrici contiene:

1 interruttore tripolare ad alta tensione:
3 piombi fusibili;
1 deviatore:
1 regolatore della corrente d'eccitazione:
1 regolatore dell'eccitatrice:
1 trasformatore da quadro:
1 voltmetro: 1 ampermetro: 1 wattmetro:
1 ampermetro per la corrente d'eccitazione:
1 voltmetro e lampada di fase.

Lo scopo del deviatore è il seguente.

Tutto l'impianto cominciando dai quadri di Paderno a venir giù fino a P. Volta e S. Radegonda lo si è voluto fatto in modo che vi sia sempre la possibilità di scindere i servizi in due parti distinte. Perciò le sbarre collettrici sono in doppio ordine, e ciascuna dinamo può essere inserita su ciascuno degli ordini: così le linee possono essere separate, così i trasformatori di Milano, le dinamo di Porta Volta, ecc.

Si è voluto ciò per poter eventualmente separare uno dei servizi dagli altri, quando questo servizio avesse esigenze speciali o arrecasse disturbo agli altri.

Le più recenti esperienze sull'alimentazione in parallelo di illuminazione, motrici e trazione, portano a credere che tale separazione sarà inutile: in ogni modo la misura è prudenziale e renderà certamente dei servizi.

Dietro la fila dei quadri delle macchine si trova quella dei quadri delle linee. Le linee sono sei: ciascuna ha il suo quadro con interruttore, deviatore, valvole e amperometri.

Tutti i quadri sono, per quanto possibile, accessibili: ogni sezione può essere completamente separata dalle altre funzionanti, per modo che un uomo vi possa lavorare e far pulizia con tutta sicurezza. Essi sono costrutti in ferro, porcellana e marmo: nessun materiale combustibile vi è ammesso. Le connessioni sono tutte in barre rigide e l'insieme è simmetrico, semplice e costruttivo.

Le linee prima di uscire salgono in un locale superiore dove sono collocati i parafulmini: indi passando per apposite aperture che si trovano nella parte posteriore del locale, vanno ad attaccarsi al primo palo.

Come già abbiamo detto, i fili della linea sono 18.

Una linea come questa, per altissima tensione e destinata a servizi pubblici importanti, come quelli di Milano, andava studiata con cure speciali e con speciale intendimento ad evitare le interruzioni. Non solo era necessaria una linea ben fatta, ma ci voleva una linea sulla quale fosse possibile la manutenzione, il ricambio delle diverse parti e la riparazione dei guasti eventuali, senza interruzioni di servizio. E questo ultimo scopo si raggiunse dividendo le linee in due. Fra la stazione di Paderno e quella di P. Volta corre una doppia fila di pali: ciascuna fila porta 9 fili e dista dall'altra due metri. Quando importi per una ragione qualunque, lavorare su uno dei fili, tutta la mezza linea a cui esso appartiene, viene tolta di circuito e il servizio è completamente sopportato dall'altra metà. Nei momenti di carico forte, in tal caso, la caduta di tensione aumenterà: e perciò si è provveduto a che sia possibile forzare la tensione degli alternatori fino a 15000 volts.

La linea, nei primi impianti a correnti alternative, è stata una delle maggiori cause d'insuccesso: e ciò perchè non si aveva neanche una idea lontana dell'importanza degli effetti di auto-induzione. Ed è curioso che, quantunque già da un pezzo fra gli studiosi il caso fosse abbastanza ben noto, ancora fra le linee proposte dalle diverse Case costruttrici, vi erano soluzioni affatto diverse e contradditorie.

Ormai anche questa parte è abbastanza conosciuta perchè si possa procedere con tutta sicurezza. Si sa che per avere una debole autoinduzione bisogna avvicinare il più possibile i fili e farli di diametro piccolo, quindi nel caso di forti correnti moltiplicare il numero dei fili.

Vi è un altro punto abbastanza importante: e cioè quando i fili sono numerosi bisogna cercare di disporli in modo che l'effetto d'autoinduzione sia pressochè uguale su tutti: perchè se non lo è tendono a prodursi delle correnti oziose fra i fili appartenenti allo stesso ramo del sistema, e quindi in parallelo fra loro.

La disposizione teoricamente perfetta per un complesso di conduttori d'un sistema trifasico, sarebbe quella in cui ciascun conduttore si trovasse nelle stesse condizioni di induttanza rispetto agli altri. Questa disposizione si ha ponendo tutti i fili a uguali distanze su un circolo. Questa forma di conduttura, quantunque possibile a realizzare non è però pratica, specialmente se il numero dei fili è grande. La forma che dopo il circolo dà una minore differenza fra i diversi fili dello stesso ramo, è quella rappresentata dalla tav. 21 ed è la disposizione effettivamente adottata sulla linea di Paderno. I fili sono del diametro di 9 mm. e la distanza fra i più vicini è ridotta a 60 cm. Questi fili sono di rame elettrolitico, della conduttività del 98 per cento e verranno tesi in modo da avere, sopra una catenaria di 60 metri di ampiezza, una freccia variabile da 60 cm. nel più rigido inverno a m. 1,20 nel più caldo estate.

Nelle linee a corrente alternativa bisogna considerare la perdita di energia e la perdita di tensione. Quella d'energia è il prodotto della resistenza pel quadrato dell'intensità e sarà circa del 9 per cento a pieno carico quando il fattore di potenza sia dell'1,80 p. c.

L'espressione della perdita di tensione è di assai più complessa. Il caso speciale fu studiato dal compianto Prof. Ferraris e il calcolo risultante è del massimo interesse.

È anzitutto necessario determinare il coefficiente di selfinduzione di ciascuno dei 9 fili: per il che bisogna tener conto del ramo del sistema trifasico a cui ciascun filo appartiene: perchè l'effetto di autoinduzione è funzione delle posizioni, di tutti i nove fili delle distanze relative e delle correnti che li percorrono.

La caduta di tensione è funzione di questo coefficiente di selfinduzione, della resistenza ohmica del filo, della corrente ed infine dello spostamento di fase proprio degli apparecchi ricevitori.

Tutte queste quantità opportunamente composte, danno come risultante la perdita di tensione, che nel caso nostro risulta del 12,5 per cento circa, pur rimanendo del 9 p. c. quella d'energia.

È questa una delle prime linee in cui vengono usati pali interamente metallici. Quantunque coi pali metallici l'isolamento sia più difficile che coi pali in legno perchè l'isolatore si trova specie in tempi umidi, ad essere direttamente in contatto da una parte col filo, dall'altra colla terra, e quantunque la caduta d'un filo o la rottura di un isolatore possa mettere nettamente a terra la linea, la loro superiorità meccanica è indiscutibilmente di grande valore.

D'altra parte il trovare pali in legno di lunghezza sufficienti, non è neanche troppo facile: il costruire pali misti non è una soluzione soddisfacente: quindi si è preferito prender cure maggiori nel disegnare gli isolatori e usare pali tutti in ferro.

Il palo (tav. 21) è una svelta costruzione a traliccio disegnata e fornita dalle officine di Savigliano: ciascun palo pesa 460 Kg. circa ed è fondato in un masso di calcestruzzo.

Nelle curve i due pali verranno collegati da una croce di S. Andrea.

Il porta isolatori di una forma speciale, atta ad una resistenza meccanica rilevante, e tale da non permettere l'accumularsi della neve, è fuso in acciaio.

Nelle condizioni della linea di Paderno l'isolatore è un organo della massima importanza, e va studiato in modo speciale.

Due erano i tipi che sembravano rispondere alle esigenze del caso: uno il tipo Americano a campane alquanto allungate e con un nucleo interno di vetro o porcellana dura, l'altro il tipo a ombrello multiplo completamente in porcellana.

Il concetto del tipo americano è di offrire a mezzo del pezzo in vetro o porcellana dura un pezzo quasi imperforabile dalle scariche elettriche, mentre la parte esterna in porcellana verniciata offre un lungo cammino alle dispersioni ed alle scariche dirette attraverso l'aria. Nel tipo a ombrello multiplo il primo scopo è raggiunto coll'aumentare lo spessore della porcellana in prossimità delle teste, il secondo collo sviluppo assai grande della superficie di dispersione.

Non essendo la pratica in materia molto estesa, venne deciso di usare uno dei tipi su una delle linee, l'altro sull'altra.

La linea nel suo percorso non segue le strade ma attraversa la campagna con un tracciato molto vicino ad una retta: gli angoli ch'essa

fa, sia per schivare case od altri impedimenti, non superano i 3 o 4 gradi: angoli più forti fa soltanto per l'attraversamento delle ferrovie, dei corsi d'acqua e per l'entrata in Milano.

Il seguire le strade avrebbe presentato una maggior facilità di sorveglianza: avrebbe invece aumentato gli angoli ed allungato il percorso.

Si è invece risoluto il problema in modo da conciliare le diverse esigenze.

La Società Edison paga al proprietario un prezzo X per metro di attraversamento il quale copre: la servitù derivante dall' imposizione dei fili e pali, il risarcimento dei danni causati durante la posa in una zona larga 3 metri, e i danni causati durante 30 anni per la sorveglianza e riparazioni della linea, sempre nella zona di m. 3.

La Società Edison ha poi il diritto di passare sulla zona di 3 metri con veicoli e carri quando e quanto le occorre.

Per tal modo la sorveglianza è facile e sicura e non presenta difficoltà di sorta.

Uno dei punti più delicati delle linee ad alta tensione è la protezione contro le scariche atmosferiche.

Un sistema completo di protezione deve rispondere ai seguenti requisiti:

1.° Proteggere la linea dalle scariche dirette;

2.° Impedire che scariche oscillanti abbiano a saltare direttamente dai fili ai pali o a terra;

3.° Impedire che le scariche arrivino agli apparecchi e alle macchine;

4.° Impedire che gli scaricatori formino dei corti circuiti sull' impianto.

Il proteggere la linea dalle scariche dirette può essere fatto con punte, o meglio, con ciuffi di punte poste sui pali e ben connessi a terra. In molti casi fu proposto, e anche messo in opera al disopra dei conduttori, un filo spinoso che corre lungo tutta la linea e messo di tanto in tanto a terra: il risultato però parve negativo, tanto che ormai, almeno in Europa, non si usa più. Potrebbe però darsi che, mentre protegge dalle scariche dirette, non protegga, come non lo può infatti, dagli effetti secondari, e che da ciò sia provenuta l' idea della sua inutilità.

Meno facile è l'impedire che le scariche oscillanti prendano vie dirette a terra ed il forzarle a seguire gli scaricatori. Infatti le oscillazioni elettriche, come quelle acustiche di una corda armonica, assu-

mono ventri e nodi: perchè uno scaricatore disposto sulla linea abbia a funzionare è necessario che si trovino nelle vicinanze di uno di questi ultimi: ora chi può sapere dove essi verranno volta per volta a formarsi?

Bisogna dunque porre un gran numero di scaricatori lungo la linea numero che solo l'esperienza d'ogni singolo caso può precisare.

Il terzo requisito non presenta troppa difficoltà ad essere soddisfatto.

Basta infatti disporre uno scaricatore prima della macchina da proteggere e creare una grande diversità fra le due vie che la scarica può seguire: e cioè, fare quella verso la dinamo o verso i trasformatori di induttanza elevatissima: quella verso terra di induttanza, quanto possibile, piccola: allora la scarica sceglierà la seconda anche se deve, per farlo, saltare un notevole spazio d'aria.

La realizzazione di questo stato di cose è quello che costituisce la buona messa in opera di un parafulmine di estremità, l'induttanza della linea verso gli apparecchi, si aumenta coll'intercalarvi delle bobine di selfinduzione composte di una dozzina di spire molto ampie non contenenti ferro.

Una tale bobina presenta alle scariche oscillanti un'elevatissima impedenza, mentre alle frequenze ordinarie degli impianti questa diventa debolissima.

Il Wurtz, sempre riferendosi al fenomeno dei ventri e nodi non si accontenta di una sola bobina, ma ne dispone parecchie e parecchi scaricatori colla speranza che qualche ventre d'oscillazione si formi proprio in corrispondenza di uno di essi. Come determini poi il numero di questi apparecchi, non è molto chiaro: egli tiene per sè la sua teoria.

Il circuito che conduce a terra, per presentare la minima impedenza deve essere, se possibile, rettilineo; le scariche oscillanti non si prestano a risvolte brusche. Un gomito offre un'alta impedenza. Dunque linee diritte e brevi, e sopratutto delle terre fatte bene. La terra umida è una buonissima terra: l'acqua da sola pessima. La superficie del conduttore a terra deve espandersi poi il più possibile.

L'ultimo punto, cioè l'impedire che la scarica formi corto circuito sull'impianto, si riduce alla discussione degli apparecchi scaricatori.

Uno scaricatore, oltre a compiere la funzione che il suo nome indica, deve, o impedire la formazione di un arco fra la linea e la terra, o spegnere l'arco che si forma.

Una buonissima cosa, in via generale, è disporre nella linea di terra una forte resistenza ohmica, il cui coefficiente di selfinduzione sia assai debole, per esempio un cilindro di carbone; questo limita il flusso di corrente e riduce i danni del corto circuito. Un' altra disposizione assolutamente necessaria è quella di fare a ciascun parafulmine una terra separata: il riunire tutte le terre in una sola è assai pericoloso perchè rende la resistenza eventuale del corto circuito affatto trascurabile.

Di apparecchi scaricatori ne sono stati inventati delle centinaja: quelli che hanno dato i migliori risultati finora sono il tipo Wurtz e il tipo Siemens.

Il parafulmine Wurtz, costrutto dalla Westinghouse Electric Co, si compone di una serie di cilindretti di bronzo speciale, contenente molto zinco allineati per modo che fra l'uno e l'altro vi sia uno spazio di millim. $^1/_3$ circa. Generalmente in seguito ad una scarica, l'arco non si forma; questo è un fatto constatato ma il perchè non è ancora ben stabilito.

In America infatti la General Electric Co., fabbrica un parafulmine detto di Wirt, il quale non differisce essenzialmente da quello Wurtz che nella teoria: il Wurtz infatti attribuisce il potere di spegner l'arco all'azione dell' ossido di zinco, il Wirt all'azione raffreddante delle masse metalliche. Ciascuno può quindi scegliere a suo talento.

Nel parafulmine Siemens invece è l'arco formatosi, che per un effetto elettrodinamico si rompe da sè.

Esso è formato da due tratti di filo di rame avvicinati alla base e aprentisi in alto in modo che ben gli sta il suo nome di parafulmine a corni.

La linea è attaccata ad uno dei fili, la terra all'altro. Quando una scarica salta lo strato d'aria compreso fra i due fili, l'arco che si forma per un ben noto effetto elettrodinamico, è spinto verso l'alto, dove è obbligato ad allungarsi: l'effetto dell'aria calda lo curva all' insù fino a che lo rompe.

Tutto ciò dura in generale pochi secondi, ed il funzionamento è sicuro: però qualche volta la durata è maggiore e allora il corto circuito che si forma può produrre un notevole abbassamento di tensione sull' impianto.

Meglio questo che un danno sull' impianto, però è sempre un disturbo.

Allo stato attuale della questione si pensò di provare contemporaneamente questi due sistemi insieme alle altre summenzionate disposizioni sulla linea di Paderno e l'esperienza deciderà sul sistema definitivo.

La linea arriva a Milano girando dietro il Cimitero Monumentale e fa capo all'officina di Porta Volta ove è ricevuta da un apposito quadro.

Dal quadro le correnti sono convogliate alla sala dei trasformatori.

I trasformatori, forniti dalla Casa Ganz e C. di Budapest saranno trifasici nel rapporto 12 000-3600 volts. La loro costruzione è abbastanza semplice.

Constano essi di tre colonne di ferro lamellato, disposte in un piano, su ciascuna colonna sono infilati numerosi rocchetti alternativamente appartenenti al circuito primario e al secondario.

Questo tipo a colonne disposte in un piano è, da alcuni criticato nel senso che non essendo i tre circuiti magnetici egualmente lunghi può dar luogo a disimmetria nel sistema. Però l'obiezione appare infondata e si può sempre, nel caso nostro, in cui i trasformatori sono numerosi, connetterli in modo che la disimmetria si compensi.

La potenza di ciascun trasformatore è di 350 Kw.; esso misura m. 2, 10 d'altezza su 2 di lunghezza e m. 1 di larghezza e pesa 8000 Kilogrammi.

I secondari dei trasformatori vengono condotti ad un quadro che fa parte del quadro generale dell' officina di P. Volta.

(Continua).

DELLA SOFFOCAZIONE

E DELLA ESSICAZIONE E STAGIONATURA DEI BOZZOLI DA SETA.

(Vedi pag. 209).

Analisi e considerazioni sui risultati delle esperienze. — Come risulta dallo specchietto portato alla pagina 224, variando le sezioni di passaggio da zero a 7 decimetri quadrati, le pressioni decrebbero da 40 centimetri a 5 centimetri di colonna d'acqua, i volumi crebbero costantemente da mc. 0 a 1,250 al secondo.

Il ventilatore mantenne sempre la sua velocità normale di circa 2000 giri al minuto, essendo molto sensibile il regolatore della motrice, ma la forza impiegata variò da un minimo di 1,5 HP ad un massimo di circa 7,6 HP mentre la resistenza al passaggio dell'aria variava da una pressione di 400 millim. d'acqua a bocca chiusa, ad una pressione di circa 200 millim. con una bocca la cui area era di poco più di mezza di quella del ventilatore. Durante questo periodo si manifesta nel funzionamento del ventilatore un fatto che, a prima vista sembra un paradosso, ma che ben ponderato risulta dimostrato all' evidenza. Si osserva cioè che colla resistenza massima opposta all' aria e valutabile colla pressione di 400 millim. prodotta nel ventilatore, la forza richiesta è la minima, cioè 1,5 cavalli vapore mentre colla resistenza corrispondente a soli 200 millimetri di pressione la forza richiesta è di 7,6 HP. Ciò è dovuto al fatto che a bocca chiusa il ventilatore non fa altro lavoro che quello di ruotare mantenendo in moto rotatorio semplice l'aria imprigionata fra le sue palette mentre, appena si diminuisce la resistenza all'aria aprendone l'adito verso l'esterno del ventilatore, questo, oltre al piccolo lavoro testè accennato, deve compiere quello di lanciare volumi sempre crescenti d'aria, con velocità che vanno invece decrescendo in ragione del decrescimento della pressione. Appunto dalla combinazione e compensazione di questo crescere di uno degli elementi del lavoro (volume dell'aria spinta) col decrescere dell' altro (velocità dell'aria) ne nasce la forma della linea del lavoro la quale cresce finchè la pressione da 400 scende a 200 per de-

crescere in seguito mentre la pressione decresce da 200 a 50 millimetri raggiungendo in questa condizione il valore minimo di 4 HP.

Queste considerazioni apparentemente solo scientifiche hanno un grande interesse pratico perchè servono, come vedremo a calcolare le dimensioni degli essicatoi in modo che se ne possa trarre il massimo effetto utile.

Esperienze per stabilire le pressioni nelle varie camere di essicazione. Confronti colle esperienze precedenti. — Stabiliti colle esperienze ora indicate i volumi d'aria forniti dal ventilatore ci venne dato di potere approssimativamente calcolare l'aria che attraversava i bozzoli, misurando le pressioni che si producevano sotto alle camere, a seconda che si introducevano nel circuito una, due o più camere. La resistenza opposta da sei camere risultò variabile a seconda della qualità dei bozzoli, o dall'averli più o meno compressi, da 30 a 35 cent. di colonna d'acqua, pressione ripartita quasi egualmente fra le diverse camere, per cui ricorrendo alla tabella si vede come, la resistenza di 6 camere della dimensione dell'apparecchio di prova corrisponde già ad un funzionamento secondo il quale, la quantità d'aria fornita dal ventilatore è molto piccola. Difatti troviamo nella tabella per 340 millimetri di pressione un volume di solo 70 litri al secondo. È per questo che l'essicazione col circuito di 6 camere risultò molto lento, e si trovò conveniente di adottare il doppio circuito di tre camere come si disse.

Col funzionamento ad un solo circuito di 3 camere la pressione sotto alla prima di esse risultò di 24 cent., per cui 8 cent. per ogni camera. Il volume corrispondente alla pressione di 24 centimetri è, come risulta dalla tabella di circa mc. 0,600 al 1''. Facendo funzionare contemporaneamente i due circuiti di 3 camere la pressione si abbassa notevolmente essendo minore la resistenza ma non si riduce a metà per quanto sia doppia l'area di passaggio perchè, in pari tempo all'abbassamento di pressione avviene un aumento del volume fornito dal ventilatore. Si trova coll'esperienza la pressione ridotta da 15 a 18 cent. d'acqua per la doppia serie di tre cassoni il che corrisponde ad un volume totale compreso fra mc. 0,750 e mc. 0,900 al 1'', cioè per ogni serie di cassoni da metri cubi 0,375 a mc. 0,450. La forza occorrente rasenta il massimo con circa 7 HP. Questi valori non possono ritenersi come assoluti non potendosi ammettere la esatta equivalenza della resistenza dei bozzoli a quella di una apertura di uscita libera capace di produrre un'eguale pressione. Sono però valori approssimativi che ci possono molto bene guidare per assegnare le migliori dimensioni convenienti ad un futuro esemplare di essicatoio. Intanto risulta subito come conveniente l'aumento della sezione di passaggio dell'aria allo scopo di diminuire la pressione, perchè con ciò, non solo si viene ad avere un aumento considerevole nel vo-

lume d'aria che attraversa i bozzoli, ma si diminuisce altresì la forza necessaria ad ottenere lo scopo. Se per esempio si portasse il lato della base di ogni cassone a m. 1,25 in luogo di m. 1 l'area diventa metri quadrati 1,560 in luogo di mq. 1; per cui, anche mettendo nelle due serie un cassone di più, per il che si aumenterebbe di un terzo l'altezza dei bozzoli da attraversare, mentre l'area di passaggio è aumentata della metà, si può essere certi di avere un'ulteriore diminuzione della pressione.

Il volume d'aria che passerebbe sarebbe quindi certamente maggiore di mc. 0,900 e si è senza dubbio molto prudenti nell'attendersi collo stesso ventilatore, ora impiegato, il passaggio di un metro cubo al minuto secondo ossia di mc. 0,500 per ciascuna serie di 4 cassoni, con un consumo totale di soli 6 HP in luogo di 7. Quest'aria sarebbe molto meglio utilizzata pel fatto di aver divisa l'essicazione in 4 fasi in luogo di 3, per cui non v'ha dubbio che il tempo di essicazione, avuto riguardo anche al vantaggio ottenuto colla inversione, non sarà maggiore di 14 ore per la nuova serie di 4 camere.

Ma nel nuovo essicatoio ogni camera conterrebbe:

$$1,25 \times 1,25 \times 1,20 = \text{mc. } 1,88$$

di bozzoli pari a Kg. 560, quindi il complesso di 8 camere conterrebbe circa Kg. 4500 di bozzoli vivi. Ammessa la essicazione in 14 ore la produzione giornaliera dell'essicatoio sarebbe:

$$\text{Kg. } \frac{4500}{14} \times 24 = \text{circa Kg. } 7500.$$

Un essicatoio capace di una produzione così considerevole avrà le seguenti dimensioni; m. 5 di lunghezza, m. 2,50 di larghezza e m. 2 di altezza dimensioni limitatissime per un apparecchio fisso. La macchina a vapore ed il ventilatore adoperato per l'esperimento e appunto scelti di potenza esuberante in vista delle possibili esigenze delle esperienze basteranno perfettamente per questo impianto.

Preventivo del costo di essicazione col nuovo essicatoio modificato in base alle risultanze delle esperienze. Costo di un impianto fisso completo di grandissima produzione. — La forza da svilupparsi sarà di circa 8 cavalli come si è detto con un consumo per ogni giornata di lavoro di 24 ore di Kg. 700 di carbone, calcolando abbondantemente anche il vapore occorrente per riscaldamento dell'aria, nel caso che lo scappamento della motrice non fosse sufficiente come lo fu nell'apparecchio di prova. Il costo della essicazione risulterà come segue:

Consumo carbone per ogni 24 ore Kg. 700 a L. 32 . . .		L.	22, 40
Macchinista e aiutante		»	6 —
Manuali per servizio (non ne occorrono di più che per l'essicatoio di prova)		»	5 —
Ammortamento in 10 anni dell'essicatoio, apparecchio riscaldatore e ventilatore 10 per cento del costo d'impianto di L. 7000 . . . . L.	700		
Idem per motrice e rinvio di trasmissione, sul capitale di L. 5000 . . . . »	500		
Interessi 5 per cento del totale impianto di L. 12 000 »	600		
Riparazioni ordinarie ed imprevisti . . . . »	300		
Annue . . . L.	2100		
Questa spesa ripartita su una campagna di 30 giorni di lavoro dà		»	70 —
Spesa giornaliera totale		L.	103, 40

Se anche nella peggiore ipotesi si volesse supporre che l'essicatoio non potesse dare più di 6000 Kg. nelle 24 ore, il costo di essicazione sarebbe $103,40 : 6000 = 0,0172$ e cioè meno di un centesimo e $^3/_4$ per ogni Kg. di bozzoli vivi, e l'essicatoio darebbe in 30 giorni di lavoro un ammasso di 108 000 Kg.

Dimensioni, peso e costo d'impianto per un essicatoio trasportabile di 3000 Kg. di produzione nelle 24 ore. — Un buonissimo essicatoio trasportabile sarà quello costituito da una sola serie di quattro camere come quelle or ora considerate. Per tale impianto basterà un ventilatore capace di fornire la metà dell'aria fornita dal nostro ventilatore di prova. Una locomobile di 5-6 cavalli sarà sufficiente per dare la forza ed il vapore occorrente per il riscaldamento; la produzione giornaliera sarà di 3000 Kg. nella peggiore ipotesi. Per un tale impianto si potrà quasi sempre fare assegnamento sulla utilizzazione delle locomobili che servono già all'agricoltura in altri tempi dell'anno per le trebbiatrici, ed allora il costo di impianto si riduce a quello del solo essicatoio apparato di riscaldamento e ventilatore. L'essicatoio propriamente detto avrebbe m. 4, 50 di lunghezza per m. 1. 30 di larghezza e m. 2 di altezza con un peso approssimativo di 2500 Kg. per cui anche senza essere montato su ruote proprie sarebbe abbastanza facilmente caricabile su un carro a 4 ruote ordinario. Il suo costo sarebbe in tal caso di L. 2500 circa a cui aggiunte L. 1500 per ventilatore e apparato di riscaldamento, e accessori l'impianto totale risulterebbe di L. 4000. Un migliaio di lire in più potrebbe costare l'essicatoio montato direttamente su ruote per cui con L. 5000 si avrebbe un essicatoio di facilissimo trasporto, di una comodità

di funzionamento impareggiabile capace di fornire 3000 Kg. di bozzoli perfettamente secchi ogni 24 ore. Il costo di essicazione tenuto conto anche del nolo della locomobile non supererebbe mai i due cent. per ogni Kg. di bozzoli vivi, e i due cent. e mezzo qualora si volesse completare l'impianto con un impianto di locomobile espressamente acquistata ».

Gli apparecchi Bianchi Dubini sono ormai entrati nella pratica ed a quanto sembra con felice successo. Essi presentano le seguenti caratteristiche che amiamo di riassumere:

Continuità del funzionamento. — L'apparecchio constando di un circuito di 4, 6 o più camere successive disposte in serie non viene scaricato e caricato in una sola volta ma queste operazioni si fanno ad intervalli di tre o quattro ore operando su una camera per volta con piccole quantità di bozzoli vivi (da 500 a 600 Kg.) per ogni carica. Ne risultano parecchi vantaggi :

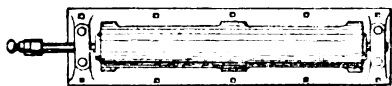
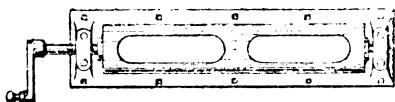
1.° Il carico e scarico può essere fatto da un personale limitato, essendo limitatissima la quantità di bozzoli che si deve ogni volta maneggiare. Due persone al massimo bastano per il servizio di un essicatoio di Kg. 4000 di bozzoli ogni 24 ore, tre per un essicatoio di produzione doppia ; compreso in questo servizio la sorveglianza della macchina a vapore pel ventilatore, quando questo è mosso da una macchina propria.

2.° L'essicatoio, non produce ingombro di materiale, perchè, al momento di ogni carica non si trovano intorno ad esso che la quantità di bozzoli secchi levati da una sola camera, e quella di bozzoli vivi da mettere al posto dei primi. Perciò, quando la sua produzione è opportunamente proporzionata, l'essicatoio smaltisce l'ammasso mano mano che arriva.

3.° Il carico di una camera essendo facilissimo e lo scarico quasi automatico le due operazioni durano pochi minuti. Minima quindi è la perdita di tempo per l'operazione di carico e scarico, e nel frattempo l'essicatoio rimane in funzionamento regolare, restando esclusa dal circuito la sola camera nella quale si eseguisce la sostituzione dei bozzoli secchi con altrettanti di vivi.

Andamento della ventilazione. — La ventilazione è ottenuta mediante ventilatori di grandissima portata. Rapidissimo è quindi il passaggio dell'aria attraverso ai bozzoli e ciò produce il vantaggio di una essicazione molto sollecita, anche operando a temperature non molto elevate. Con aria a 70° centigradi che è il limite di temperatura adottato come il migliore, in seguito a ripetute ricerche e confronti, la essicazione si compie in 12 a 14 ore per alcune qualità di bozzoli, e in 14 a 16 ore per i bozzoli più robusti e più difficili ad essicare. In questo tempo i bozzoli

vivi vengono ridotti esattamente ad 1/3 del loro peso primitivo. La grande ventilazione rimuove sollecitamente l' umidità ed i vapori ammoniacali provenienti dalle crisalidi, evitando in modo assoluto qualunque alterazione chimica nella materia sia colorante che gommosa o fibrosa della seta. L'aria calda attraversa una dopo l'altra tutte le camere della serie. Durante il periodo di 12 a 16 ore di essicazione i bozzoli vengono attraversati da quest'aria, ora dal basso all' alto ed ora in senso opposto, e precisamente, per gli essicatoi di 4 camere due volte in un senso e due nell'altro, per quelli a 6 tre volte in un senso e tre nell'altro. Ciò non solo rende assolutamente uniforme la essicazione, ma la rende più sollecita.

Questo andamento della ventilazione, che è il principio in ispecial modo brevettato del sistema, viene ottenuto, o mediante una manovra di valvole o robinetti d'aria pure brevettati, oppure, ed in particolare per impianti fissi, mediante uno speciale movimento che si fa eseguire ad intervalli al complesso delle camere di essicazione, per portarle nella posizione opportuna perchè in esse l'andamento della ventilazione sia quello richiesto.

Il disegno qui accanto mostra, in posizione chiusa ed aperta, il robinetto d'aria suddetto che serve per la comunicazione delle camere fra loro. Il suo cilindro distributore, perfettamente tornito, appoggia su guarnizione di feltro; essendo poi compresso contro la guarnizione di feltro, mediante cuscinetti a molla, rende sicura ed ermetica la chiusura. La forma del robinetto è specialmente propria ad occupare poco spazio, pur concedendo all'aria un largo passaggio. Una opportuna leva passando all'esterno dei cassoni, serve alla manovra dei robinetti. Allo scopo di rendere questa manovra facile ed alla portata delle intelligenze più limitate, si è studiata una disposizione speciale di indicazioni colorate, dipinte sulle pareti esterne dell' essicatoio in prossimità delle leve di manovra di ogni robinetto d'aria. Perchè la posizione dei robinetti sia conforme ad una giusta circolazione, basta osservare se la leva di ogni robinetto si trova in corrispondenza di quelle indicazioni che hanno il medesimo colore che contraddistingue la camera dalla quale si deve fare lo scarico dei bozzoli secchi. Chiunque può quindi a colpo d' occhio riconoscere in qualunque istante, se una valvola qualunque si trova in posizione non appropriata.

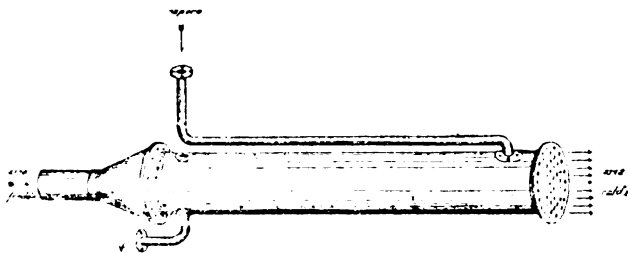
Riscaldamento dell'aria di ventilazione. — Ripetute osservazioni eseguite persuasero della assoluta necessità di non oltrepassare gli 80° centigradi nell' aria di ventilazione.

Oltre questo limite la essicazione altera molte delle preziose qualità della seta. A 75° centigradi nessuna alterazione si produce. Si è quindi scelta come base la temperatura di 70° centigradi per avere nella inevitabile oscillazione della temperatura ancora un margine sufficiente che permetta di non oltrepassare i limiti suesposti.

Per quanto i caloriferi a riscaldamento diretto possano portare qualche economia d' impianto, è preferibile assolutamente il riscaldamento a vapore, non solo, ma impiegando vapore a 100°.

La continuità del funzionamento, richiedendo il lavoro anche in ore della notte nei tempi dell'ammasso, una semplice svista dell' operaio addetto alla regolazione del calorifero potrebbe, quando questo fosse ad aria calda, esporre al pericolo di spingere nell'essicatoio aria a più di 100° cen.

Dieci minuti di un tale funzionamento bastano per rendere inservibili o quasi alla filatura circa 2500 Kg. di bozzoli. Si perderebbe così in 10 minuti il valore di un impianto completo e benissimo fatto di essicatoio, ma v'ha di peggio ed è che nessuno potrebbe accorgersene al momento, ed il guajo si manifesterebbe a lunga scadenza, quando i bozzoli venissero portati alla bacinella per la filatura.

Ognuno vede l'importanza della regolazione assoluta della temperatura. È evidente che con vapore a 100° alla pressione dell' aria atmosferica, vapore cioè uscente liberamente da un tubo, non si potrà scaldare mai l'aria, per quanto in un volume piccolo, a temperatura superiore a 80°-90° centigradi. L' esperienza dimostrò che anche con superfici molto grandi di tubi a nervature, attraversati da vapore a 100°, difficilmente si può scaldare l'aria richiesta dagli essicatoi in questione a più di 80°, anzi la

grande superficie di essi tubi richiesta per riscaldare l'aria anche a soli 70° centigradi ed il loro enorme peso, persuasero di studiare un riscaldatore più energico e molto più leggiero che è rappresentato nella figura qui sopra. È una specie di caldaietta tubolare; nel fitto fascio di tubi è

spinta l'aria del ventilatore prima di giungere all'essicatoio: nella caldaietta, ed avvolgente i tubi alla loro superficie esterna, è ammesso il vapore a 100° cioè lasciandovelo espandere senza pressione. Per apposita tubolatura si scarica l'acqua di condensazione. Con questo riscaldatore che pesa meno di 1/3 degli elementi a nervature equivalenti, con vapore a 100° è assoluta la sicurezza di non oltrepassare nell'aria la temperatura di 75°.

Il solo vapore di scarico di una macchina di 2-3 cavalli conveniente per mettere in moto il ventilatore, è sufficiente per ottenere questo riscaldamento.

Grande è quindi l'economia di combustibile, anche usando le ordinarie locomobili, perchè il riscaldamento è ottenuto a spese del vapore che altrimenti si perderebbe senza alcun utile nell'atmosfera.

Questo speciale riscaldatore tubolare può servire al riscaldamento dell'aria anche quando non si abbia vapore e la forza motrice sia elettrica, idraulica, a gas o a trasmissione. Avendo esso la forma di una caldajetta tubolare, può esso stesso fornire il vapore circondandolo di un opportuno fornello in muratura. La caldaja si riempie per metà d'acqua e, mediante un recipiente di livello esterno, si può verificare ad ogni momento se l'acqua non manca, o provvedere all'aggiunta quando mancasse. Mantenendo la caldajetta aperta, in ebollizione, essa produce vapore che circonda il fascio di tubi e li mantiene a 100° come col vapore diretto. L'aria che passa nei tubi sottrae tutto il calore che il vapore cede, quindi esso si ricondensa e non occorre che qualche litro d'acqua ogni tanto per l'alimentazione potendosi fare in modo che sempre la stessa acqua sia mantenuta nella caldajetta

Costruzione degli essicatoi. — Le camere di essicazione degli apparecchi sono per lo più di ferro fortemente verniciate. Possono essere costrutte anche in muratura ma con poco risparmio essendo ancora molte le parti che devono essere metalliche, specialmente i robinetti, le portine di carico e scarico, ecc.

La superficie che viene in contatto dei bozzoli però è completamente rivestita di un feltro di 15 millimetri di spessore e di grossa tela, in modo da evitare al tempo stesso la perdita di calore per irradiazione e l'influenza dannosa del contatto metallico, in quanto potrebbe causare delle macchie di ruggine.

Il caricamento dei bozzoli nelle camere si fa dall'alto per uno sportello circolare grande apribile molto facilmente. Lo scarico si fa da una porta in basso, alla quale si applica il sacco che deve ricevere i bozzoli. L'aria stessa che sorte violentemente da questa porta trascina con sè i bozzoli in pochi secondi e li manda nel sacco.

Funzionamento dell' essicatoio e suoi vantaggi. — L' essicatoio sopprime assolutamente la soffocazione a vapore diretto. I bozzoli vengono soffocati in 3 ore in modo sicuro ed uniforme ed in questo tempo perdono $^1/_3$ del loro peso. In 6 ore la essicazione è già tale che i bozzoli possono essere tenuti per alcuni giorni in sacchi e possono quindi essere spediti per ferrovia colla tariffa di bozzoli secchi. La essicazione completa si effettua in 12 ore per i bozzoli più facili, in 16 per i più difficili. In 14 ore in media la maggior parte dei bozzoli prodotti nelle nostre regioni perdono $^2/_3$ del loro peso e sono quindi ridotti ad essicazione completa. La stufa può quindi agire in tre modi:

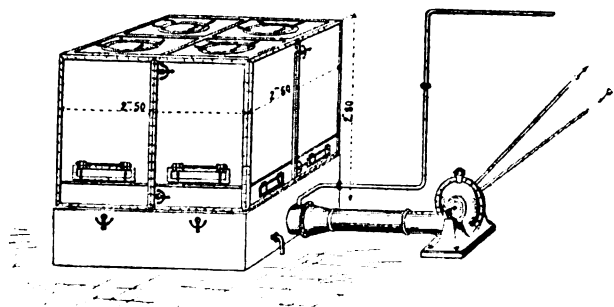
a) Come stufa di essicazione completa ottenendo questa essicazione in 14 ore in media.

b) Come stufa di mezza essicazione per poter effettuare la spedizione colla tariffa dei bozzoli secchi mediante ferrovia, o per preservare da possibili danni grandi ammassi che sopravvengano con un tempo troppo umido. Così adoperata è specialmente adatta per ammassi in regioni lontane, completandosi poi l' essicazione nel luogo d' arrivo, o naturalmente in pochi giorni sulle tavole, o meccanicamente mediante altro essicatoio, ed in questo caso il completamento della stagionatura si compie in sole 4 o 5 ore perchè, durante il raffreddamento ed il viaggio, i bozzoli hanno tempo di perdere ancora naturalmente parte della loro umidità rimanente. Un essicatoio calcolato per una stagionatura completa di Kg. 4000 nelle 24 ore di funzionamento continuo, può dare col sistema della mezza essicazione una produzione di Kg. 8000 nelle 24 ore.

c) Come stufa di soffocazione e di asciugamento superficiale, adattatissima per ammassi in tempi molto umidi, e come tale la produzione di un essicatoio come sopra è di 12 000 Kg. nelle 24 ore.

Il funzionamento continuo a circolazione, con ventilazione rapida invertita a brevi intervalli, a temperature molto basse fa sì che i bozzoli della camera che è in un dato istante la più essicata ricevono l'aria a 70° centigradi, quelli della seconda la ricevono a 65° circa, quelli della terza a 60° e gli ultimi cioè i bozzoli vivi vengono in contatto con aria da 55° a 50° di temperatura, e ciò perchè in ogni camera l' aria provocando l'evaporazione dell'umidità delle crisalidi perde una parte del proprio calore. L' aria che incontra i bozzoli vivi oltrechè meno calda sarà anche discretamente umida, sebbene lontanissima dall' essere satura di umidità come nelle ordinarie stufe soffocatrici. L' esperienza ha dimostrato che questa preparazione dei bozzoli con aria umida e poco calda, susseguita dalla essicazione con aria più secca e più calda in modo crescente è uno dei principali pregi del sistema.

I bozzoli così essicati danno le migliori rendite alla filatura, la seta

mantiene al massimo grado il colore e la brillantezza naturale: l'elasticità e la forza della fibra riescono inalterate assolutamente; nessuna alterazione nè chimica, nè fisica subisce l'involucro gommoso che è tanta parte dell'aspetto e della sostanza del prodotto serico.

Forme tipiche degli essicatoi e loro costi di impianto. Tipo N. 1. — Essicatojo a base quadrata che appoggiasi su zoccolo di muratura, diviso in 4 camere di essicazione. Forza occorrente cavalli 2 $^1/_2$ a 3. Riscaldatore tubulare murato nella camera di distribuzione formante lo zoccolo di muratura.

Produzione nelle 24 ore			
	Essicazione completa	Kil.	3800
	Mezza essicazione	»	7600
	Soffocazione semplice	»	11400

Prezzo dell'essicatojo completo con riscaldatore e ventilatore appropriati L. 3700 (1).

Tipo N. 2. — Essicatoio a due cassoni quadrati. Per grandi produzioni. Due cassoni come i precedenti possono essere posti sulla stessa muratura uno di fianco all'altro, alla distanza di circa m. 0, 50 a 0, 60 per lasciar libero l'accesso alla manovra delle valvole d'aria. Un solo riscaldatore ed un solo ventilatore forniscono aria calda. Forza 5 cavalli.

Produzione nelle 24 ore			
	Essicazione completa	Kil.	7600
	Mezza essicazione	»	15200
	Soffocazione semplice	»	22800

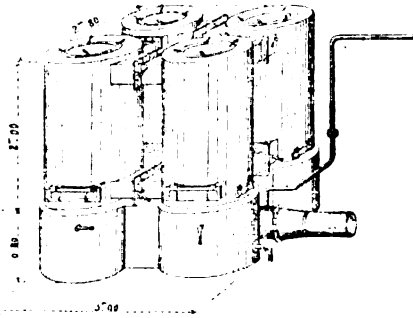
Prezzo dell'essicatojo completo con riscaldatore e ventilatore appropriati L. 6800.

(1) I prezzi sono calcolati per gli apparecchi resi franco nell'officina del costruttore, non comprese le opere di muratura eventualmente occorrenti, comprese invece: la verniciatura a due mani interna ed esterna con vernice molto resistente al calore; il rivestimento all'interno con feltro isolante e grossa tela su tutte le pareti occorrenti.

La muratura non oltrepassa il volume di 2 metri cubi per ogni essicatojo di 4 camere e può essere fatta da qualunque operajo muratore impiegando non più di due giorni. Non richiede fondazione e può essere appoggiata al pavimento direttamente.

Tipo N. 3. — Essicatoio con cassone e 4 elementi cilindrici da appoggiare su zoccolo di muratura. Raccomandabile:

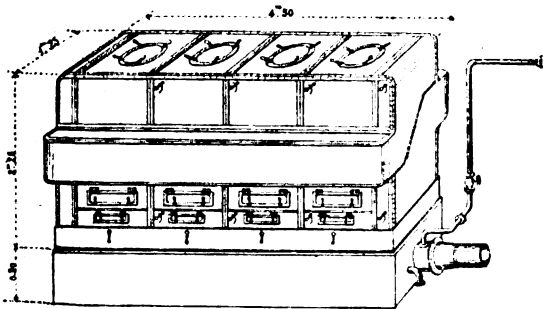
1.° per la maggiore uniformità della essicazione dovuta alla forma cilindrica.

2.° per la scomponibilità in 4 parti distinte ciascuna delle quali pesa circa Kil. 500 compresi robinetti di aria e tutte le guarnizioni occorrenti È quindi facilmente maneggiabile e trasportabile. Forza occorrente cavalli 2 $^1/_2$ a 3.

Produzione nelle 24 ore	Essicazione completa	Kil.	3800
	Mezza essicazione	»	7600
	Sola soffocazione	»	11400

Prezzo dell' essicatojo completo con riscaldatore e ventilatore appropriati L. 3800.

Tipo N. 4. — Essicatojo a due cassoni di 4 elementi cilindrici ciascuno (per grandi produzioni). Consta di due cassoni del N. 3 sopradescritti, posti su uno stesso zoccolo di muratura, distanti fra loro m. 0,60 circa: Sono forniti d'aria calda mediante un solo riscaldatore, ed un solo ventilatore. Forza occorrente 5 cavalli.

Produzione nelle 24 ore	Essicazione completa	Kil.	7600
	Mezza essicazione	»	15200
	Soffocazione semplice	»	22800

Prezzo dell' essicatojo completo con riscaldatore e ventilatore appropriati L. 7000.

Tipo N. 5. — Essicatoio a cassone lungo in 4 camere disposte su una linea sola. Da montarsi su zoccolo di muratura. Adatto per locali ristretti potendosi uno dei fianchi addossare al muro ed eseguendosi lo scarico e le manovre da un lato solo.

Forza occorrente cavalli 2 $^1/_2$ a 3.

Produzione nelle 24 ore	Essicazione completa	Kg.	3200
	Mezza essicazione	»	6400
	Soffocazione semplice	»	9600

Prezzi dell' essicatoio completo con riscaldatore e ventilatore appropriati L. 4300.

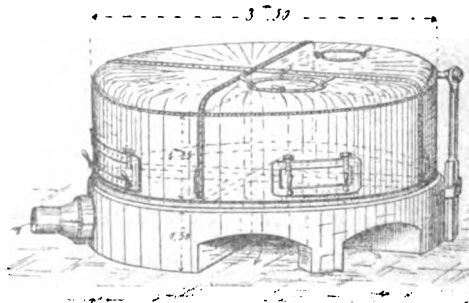
Tipo N. 6. — Essicatoio a cassone lungo. Tipo semifisso con camera di distribuzione inferiore in lamiera formante corpo col cassone. Peso Kg. 2700 circa. Non richiede muratura di appoggio.

È facilmente trasportabile ponendolo su un carro ordinario robusto, e può essere facilmente impiantato in qualunque locale appoggiandolo a 2 robusti cavalletti di legno. Forza motrice e produzione come al N. 5 precedente. Prezzo complessivo L. 4600.

Tipo N. 7. — Essicatoio locomobile a cassone lungo montato su 4 robuste ruote di ferro, con camera distributrice, riscaldatore e ventilatore fissi al cassone. Specialmente adatto pel servizio nomade. Si applica direttamente con cinghia di trasmissione alla motrice locomobile come si usa per le trebbiatrici. Forza motrice e produzione come al N. 5. Prezzo complessivo L. 5200.

NB. Per uso di chi voglia eseguire l' essicazione per conto di terzi contro retribuzione mediante una quota fissa per ogni Kg di bozzoli essicati, oppure per i consorzi di produttori che desiderano tenere le singole partite separate, per quanto piccole, si costruiscono tutti gli essicatoij sopradescritti tramezzando ogni camera in due celle mediante tramezza a rete metallica o di canape e si munisce ogni cella di bocca di carico e di porta di scarico. I prezzi retroesposti subiscono per questa disposizione speciale un aumento di L. 500.

Tipo N. 8. — Essicatoio senza valvole a distribuzione automatica a piattaforma girevole. Le 4 camere costituiscono un grande tamburo di lamiera chè è mobile fra un zoccolo di muratura ed un cappello di lamiera fisso alla muratura, i quali formano la camera inferiore e superiore di distribuzione. L'aria entra sempre nello stesso scompartimento inferiore e sorte sempre dalla camera aperta visibile di fronte, dopo aver percorse le camere nel solito modo, cioè due in un senso e due nell' altro.

Invece di cambiare la posizione di entrata e di uscita dell' aria mediante i robinetti, si cambia la posizione del complesso delle camere

rispetto all' entrata e all'uscita e ciò girando ogni volta di un quarto di circolo il tamburo che a tal uopo è mobile su due anelli cavi ripieni di sfere di ghisa dura o rulli di scorrimento: caricamento e scarico sempre sul davanti del tamburo in corrispondenza del settore dove si scarica l'aria nell'atmosfera.

Per questo modo di caricamento da una sola parte e per la piccola altezza del tamburo e dell' insieme dell' essicatojo esso è adatto per locali bassi e ristretti potendosi porre in un angolo di una camera colla bocca di carico in opposizione all'angolo stesso.

Le chiusure sono ottenute con guarnizioni di feltro opportunamente disposte sui contatti delle tramezze fisse con quelle mobili e rasente la sede circolare delle sfere di scorrimento. L' essicatoio delle dimensioni indicate dal disegno dà la seguente:

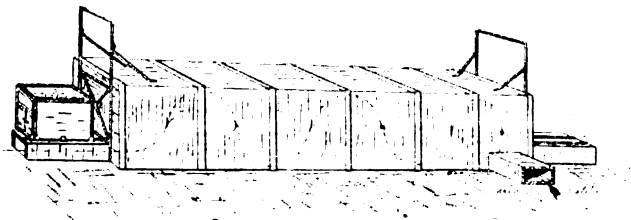
Produzione	Essicazione completa	Kg.	4000
	Mezza essicazione	»	8000
	Soffocazione	»	12000

Prezzo dell'essicatoio rivestito di feltro esclusa la muratura, con riscaldatore e ventilatore L. 3400.

NB. La muratura da eseguirsi in calcestruzzo di cemento può costare L. 200 al massimo non avendo fondazione ed essendo solo appoggiata al pavimento.

Questi essicatoj si possono fare anche di dimensioni minori, per minori produzioni, o per adattarsi a locali ristretti, con risparmio sul prezzo. Il cassone ed il cappello vengono smontati in due pezzi ciascuno per facilitare l'entrata nei locali chiusi. Forza occorrente 3 cavalli.

Tipo N. 9. — Essicatoio a galleria di muratura con cassoni mobili che scorrono formanti treno nell' interno della galleria stessa. La circo-

lazione opportuna d' aria e la inversione ad ogni scarico di un cassone essicato si fa automaticamente per contatto delle pareti dei cassoni con opportuni diaframmi, aventi guarnizioni di feltro posti nella galleria all' intervallo preciso della lunghezza di ogni cassone. Avendo i cassoni uno il contatto in alto e l'altro in basso coi diaframmi della galleria, l'aria segue la freccia punteggiata del disegno. I cassoni scorrono su rulli mobilissimi, guidati su rotaie interne alla galleria. Con questi essicatoi si possono impiegare ventilatori a bassa pressione.

(F. Dubini - Ing. G. B. Bianchi).

LE ACQUE NELLA PROVINCIA

ZELAND (Paesi Bassi).

FRIEDRICH MÜLLER — *Das Wasserwesen der niederländischen Provinz Zeland — Vol. gr. 8.° di pag. XXVI e 612 con 121 incisioni nel testo e Atlante di 10 tavole. — Berlino 1898. — Wilhelm Ernst und Sohn.*

(Cont. vedi pag. 230 e le Tav. 18 e 22).

5.

I sistemi di difesa che vengono più comunemente impiegati dai moderni sono due; difese continue e difese per punti fissi.

Le difese continue non sono altro che i rivestimenti di fasciname caricato con pietre, già usati dagli antichi e che il rapporto della Commissione del 1860 aveva encomiati e trovati efficaci. Si eseguiscono in modo da avere un carico di 1000 chilog. per metro quadrato. Questo carico si ottiene mediante pietre naturali che si depositano sopra uno strato di fasciname o anche immediatamente sul terreno, secondo la natura della sponda da proteggersi. Quando si eseguiscono le difese a fascinami, si dà ad ogni strato la larghezza di 20 metri circa nella direzione della sponda, e nel verso perpendicolare alla medesima una lunghezza sufficiente per coprire tutta la scarpata ripida. Fra uno strato e l'altro si lascia uno spazio scoperto di 5 m.; però il materiale di gettata viene depositato anche su questo spazio, cosicchè la difesa diventa continua e può estendersi per uno o più chilometri secondo i casi.

Il sistema ha fatto buona prova, ma non è però esente di inconvenienti; e primo fra essi il costo molto elevato; una difesa continua come quella descritta dovrebbe coprire tutte le sponde minacciate, ossia la generalità delle ripe della Provincia; ora ciò richiede una spesa non lieve di costruzione ed una onerosa manutenzione. Si osservi che la lunghezza della difesa, ossia la sua estensione nel canale o fiume, deve prolungarsi fino alla profondità massima, il che richiede generalmente una lunghezza di 100 a 300 metri; e quindi una spesa approssimativa di 1500 a 3500 lire per metro. Si verifica poi spesso il caso di sprofondamenti laterali alle difese, che talvolta coinvolgono le parti di sponda difese.

Il sistema dei punti fissi è nato dalla necessità di limitare, per ragioni finanziarie, la difesa continua; la quale se si tratta di una sponda di parecchi

chilometri di lunghezza, richiederebbe, come abbiamo detto, una spesa in nessuna relazione col valore del terreno protetto. Esso consiste nel fortificare alcune parti singole lungo la costa da difendersi, in modo da arrestare gli effetti della forza distruggitrice delle acque, col limitarne il cerchio di azione e sacrificare una piccola porzione di terreno, invece di abbandonare tutta l'estensione, che per la grande spesa non converrebbe difendere. Per fare meglio comprendere il sistema, riporteremo l'esempio che Caland descrisse nel suo trattato di costruzione degli argini fino dal 1833.

La fig. 7 (tav. 18) rappresenta fra R e D una lunghezza di otto chilometri di sponda attaccata dalla corrente, e dove la conservazione dei polder V e W richiederebbe, col sistema della difesa continua, un rivestimento generale da R a D sotto acqua, costosissimo e una fortificazione speciale degli argini troppo vicini al limite della bassa marea, senza potere menomamente deviare anche in parte il filone della corrente. Ora, anche fatta astrazione della spesa, per un tale lavoro occorrerebbero diversi anni, ciò che ne potrebbe rendere inefficace il risultato. D'altra parte non è da consigliarsi l'abbandono della sponda minacciata, poichè in pochi anni la massima profondità della corrente raggiungerebbe la linea R S S e allora non solo i polder U, Y e Z, ma anche il polder X subirebbe con essi la stessa sorte dei polder V e W. Per poter conservare la maggior estensione possibile di sponda si scelgono alcuni punti lungo la medesima, e si assicurano in modo che nè la corrente, nè le onde possano smoverli o distruggerli; essi devono quindi costituire dei limiti insuperabili dall' attacco delle acque. I quattro punti A, B, C e D corrispondono allo scopo e formano un sistema atto a difendere i polder; si sacrifica bensì l'argine a destra (oriente) di A ed a sinistra (occidente) di D, ma si limita l'andamento della corrente e la corrosione della sponda; infatti questa non può più continuare, e solo si verificheranno le piccole insenature *ab*, *ab*, *ab*, marcate con una linea a punti e tratti nella fig. 7, fra i singoli punti fissi; insenature che non costituiscono un pericolo per gli argini retrostanti.

Si scorge che la parte più importante del sistema è appunto la scelta dei punti da fortificarsi, poichè da essi dipende l'efficacia del medesimo. Egli è difficile il dare teoricamente delle norme in proposito; la pratica è in questo caso prima maestra; la distanza fra i singoli punti dipende dall' angolo d'incidenza della corrente, dalla velocità di questa, dalla natura e consistenza del terreno di cui è costituita la riva e dalla distanza degli argini in ritiro per rispetto al limite della bassa marea. Tutte queste circostanze devono vagliarsi in modo che le insenature *ab*, *ab*, *ab* che si concedono, non si interino tanto nel terreno da minacciare gli argini; ora, più lontani si tengono i punti fra loro, maggiore sarà la penetrazione dell' insenatura nel terreno. Caland consiglia di determinare la curva di tali lunate mediante un raggio di circolo il cui centro si trovi in *m* sull'orlo della linea di bassa marea della sponda opposta.

Nel caso concreto, ammettendo per le insenature il raggio consigliato da Caland, risulta che non basterebbe limitare i punti a due soli, A e C, ma che

occorre senz' altro anche il punto B, il quale per soprappiù trovandosi più isolato di C conviene rilegarlo mediante un argine B F all'argine in ritiro che chiude il polder V. Anche il punto C dovrà raccordarsi solidamente coll'argine E C. Se si omettesse il punto B, l'erosione avverrebbe secondo l'arco A *g* S e la bassa marea metterebbe in serio pericolo il polder X. Inoltre il banco di sabbia sulla sponda opposta fra A C tenderebbe sempre più ad avvicinarsi, e l'esistenza del punto C verrebbe seriamente compromessa, tanto che per difenderlo occorrerebbero poi delle spese considerevoli. La posizione si troverebbe ancora aggravata dalla circostanza che la corrente in vicinanza al punto B ha la massima forza di erosione, perchè il canale in corrispondenza è più stretto che nelle altre parti. Dunque si conchiude che non solo il punto B deve essere uno dei punti della difesa, ma il primo da consolidare, ed allora i tre punti A, B e C si proteggeranno reciprocamente. Infatti contro gli attacchi del flusso, A difende B, e questo protegge C.; e contro quelli del riflusso la difesa ha luogo in direzione contraria e cioè B viene difeso da C e A da B. Ne risulta che un sistema di difesa non può essere completo se non è costituito per lo meno di tre punti fissi.

Scelti così i quattro punti e opportunamente fortificati, si abbandonano i polder al loro destino, sicuri che l'azione delle acque non andrà oltre quei limiti che si sono con tale sistema stabiliti. Però, siccome l'argine in froldo A B C D abbandonato deve venire necessariamente attaccato, si prevede che le rotte verificandosi nel flusso, avverranno nei punti *b b b*, e daranno luogo a dei vortici e gorghi profondi, che possono riuscire fatali ai punti B, C e D. Per prevenire le conseguenze di tali rotte converrà invece praticare nell'argine delle aperture, attraverso le quali nelle maree delle quadrature e col vento di terra, l'acqua inonderà i polder V e W ma pacificamente e senza danni; essa stessa ingrandirà le luci fino alla capienza dei polder e allora la rotta dell'argine cesserà e si potrà giudicare quali sono i punti, ossia i labbri della rotta da fortificare. Le aperture converrà aprirle in R', R', R' a circa un terzo della distanza fra A e B, fra B e C e fra C e D. Questi labbri si possono rafforzare con poca spesa, poichè si tratta di un argine antico, e servono di difesa contro le onde alzate dai venti d'occidente e di settentrione e nell' istesso tempo impediscono l'entrata della corrente; perciò nel senso della lunghezza e nella sezione trasversale si assegnerà loro una forma piana e arrotondata. Allora si può considerare la difesa completa, e solo si avrà cura di non perder d'occhio i labbri fortificati per conservarli costantemente in buono stato. In tal modo la sponda viene sottratta ad ulteriori erosioni.

Per la scelta dei punti e delle dimensioni da assegnarsi alle opere di difesa dei medesimi, cioè estensione lungo la sponda e in direzione perpencicolare alla medesima, occorre una buona pratica e le indicazioni teoriche non hanno molto valore. In generale questo sistema ha fatto buonissima prova e i risultati furono dappertutto sorprendenti.

6.

Abbiamo già detto che i polder sono estensioni di terreno circoscritte da argini, che le mettono al coperto dagli attacchi dell'acqua e che vengono formandosi man mano che la costa si allunga nel mare o braccio di mare, e il paese si ingrandisce. Abbiamo pure accennato ai pericoli cui le sponde sono esposte, e per conseguenza anche i polder, perciò è naturale che l'acquisto e la conservazione dei medesimi deve valutarsi in rapporto col costo delle opere all'uopo necessarie; quindi prima che un privato od un consorzio si accingano a costruire gli argini che circoscrivono il terreno, devono avere la certezza che i vantaggi da ottenersi, compensino le spese, e là dove occorre l'autorizzazione o il sussidio delle Autorità competenti, queste devono pure avere vagliate tutte le condizioni e circostanze di convenienza.

Intanto bisogna che la sponda sia acquirente e che l'argine venga costruito su terreno maturo, ossia ad una conveniente distanza dalla linea delle basse maree, alcune centinaia di metri. In allora non occorrono spese per la difesa e il mantenimento della ripa, e nemmeno per garantire l'interno dalle maree più elevate che si sollevano colle burasche, poichè le onde in tali condizioni perdono tutta la loro veemenza. In generale basterà proteggere la scarpata degli argini semplicemente coll'inerbamento, e se è d'inverno con incamiciature di paglia.

Verificandosi tutte le condizioni esposte, il raccolto dei primi due anni sul terreno protetto basta d'ordinario a coprire tutte le spese di acquisto o di prima costruzione. Ma pur troppo le cose non si mantengono sempre così favorevoli, la Provincia tutta è in continua lotta colle acque, e il mare fa ogni sforzo per inghiottire quelle terre, che dagli instancabili abitanti di quelle isole gli vengono continuamente riprese.

Dopo un periodo di anni più o meno lungo, in causa dello stesso accrescimento della costa, la corrente subisce degli spostamenti che possono riuscire fatali all'esistenza dei polder; la sponda comincia a venire attaccata, e continuando gli insulti del mare, la profondità del letto dove corre lo spirito dell'acqua, si avvicina sempre più, sicchè gli argini richiedono opere di difesa, le quali in principio possono consistere semplicemente in una golena di sicurezza, e in mantellature, rivestimenti di pietra e incamiciature delle scarpate, e talvolta in rialzamenti degli argini con soprasogli. Persistendo però gli attacchi delle onde, si verificano i fenomeni accennati nei numeri precedenti e si richiedono allora delle opere di difesa sotto acqua, le cui spese ammontano a cifre considerevoli.

Per dare un'idea di quanto venemmo esponendo, citeremo il caso del polder Nieuw Neuzen il quale ha un'estensione di 441 ettari e richiese per la sua conservazione nel periodo di 33 anni, ossia dal 1862 al 1895 delle opere di difesa per un costo di lire 4 737 600. È evidente che ciò diminuisce

grandemente il valore di uno stabile; si pensi che un proprietario paga al consorzio annualmente per un polder nelle condizioni del Nieuw Neuzen lire 69, 30 per ettaro, mentre il fitto che ne può ricavare, è di lire 144, 90. Ne segue che senza speciali sussidi da parte della Provincia o dello Stato, un polder in quelle condizioni non potrebbe sussistere. Ora sembrerebbe che anche per lo Stato non ci sia la convenienza di fare sacrifizii così grandi in nessuna relazione col reddito che dal terreno si può trarre; ma per lo Stato la questione deve riguardarsi da un altro punto di vista; da quello cioè della conservazione del paese; per esso sono in giuoco interessi più vitali, si tratta della propria esistenza, poichè se i proprietari non venissero sussidiati, non potrebbero provvedere da soli, e poco a poco il terreno verrebbe inghiottito dalle onde.

Nel numero 3 abbiamo riassunto le spese fatte prima del 1860; ora indicheremo quelle incontrate negli anni successivi distinguendole fra polder liberi privati o consorziati e polder sussidiati.

	Spese pei polder sussidiati	Spese pei polder liberi	Totale
Dal 1860 al 1889	39 806 355	32 440 464	72 246 819
» 1889 al 1895	5 393 150	5 999 710	11 392 860
	45 199 505	38 440 174	83 639 679

Ossia nei 35 anni dal 1860 al 1895, L. 83 639 679, il che corrisponde ad una media annuale di L. 2 389 705.

Il bilancio pel 1895-96 prevede una spesa totale di L. 2 046 927, di cui L. 648 782 pei polder sussidiati e L. 1 398 145 per quelli liberi.

7.

Modo di esecuzione dei lavori.

Accenneremo brevemente al modo di esecuzione dei lavori, procurando di arrestarci solo a quelle particolarità che sono caratteristiche di quei siti, e che per conseguenza da noi sono poco o nulla conosciute.

I rilievi precedono sempre l'esecuzione dei lavori, anzi la redazione dei progetti, e ciò fino dai tempi più antichi; però mentre per lo passato si limitavano a seguire il fondo nelle vicinanze della sponda, ora si spingono addentro nei bracci di mare fino a raggiungere la massima profondità, che varia dai 40 ai 50 metri, ciò che obbliga bene spesso ad estenderli molto lontano dalla riva. Tali punti vengono da qualche anno determinati con misure angolari.

Ogni primavera si eseguiscono dei rilievi lungo le coste per constatare gli accrescimenti e le diminuzioni delle sponde; in tal modo si è sempre al corrente dello stato delle medesime, e si può facilmente riconoscere il

momento opportuno per l'esecuzione delle opere sotto acqua. Quando questo si crede giunto, è d'uopo estendere i rilievi anche al riconoscimento delle opere che fossero state eseguite in precedenza, e così determinare le condizioni nelle quali si trovano. Per tali ricerche si ricorre bene spesso al palombaro, il quale rende utili servigi anche pei lavori che si eseguiscono sott'acqua, specialmente per sorvegliarne l'andamento e la riuscita. Quando però la profondità oltrepassa i 35 metri, l'opera del palombaro non viene più adoperata, per le troppo forti pressioni a cui si esporrebbe; già a quella profondità non si distinguono più che gli oggetti molto grandi, e spesso non si vedono nemmeno essi; mentre invece fino a 20 m. la luce basta per rendere visibile anche le particolarità delle opere eseguite. Il prezzo per un palombaro è di 84 lire circa al giorno, e di L. 30 per quei giorni nei quali il cattivo tempo non permette di lavorare.

La formazione degli argini si fa in modo accuratissimo, le norme seguite sono presso a poco quelle stesse che vengono osservate anche da noi; perciò non ci soffermeremo a lungo su questo argomento. La materia impiegata è una specie di terra argillosa, molto consistente e di forte coesione, che non contiene sabbia, ghiaia, conchiglie, torba o parti organiche. Se si eseguisse il corpo dell'argine interamente di questa argilla, si avrebbe un argine perfetto, ma anche molto costoso e astrazione fatta del costo, non si troverebbe facilmente la materia necessaria nella quantità occorrente. Perciò il nucleo interno si forma con terra sabbiosa, mentre le scarpate e il colmo vengono rivestite di argilla. La materia meno buona, ossia che contiene argilla in minor quantità, viene impiegata per la scarpata interna e pel colmo, mentre con quella più perfetta si riveste la scarpata esterna e al rivestimento si dà anche la maggior grossezza, circa 50 centimetri. Pel colmo e la scarpata interna basta uno spessore di 25 centim. Per applicare il rivestimento si praticano delle solcature nella superficie sottostante, tracciate regolarmente e in modo che tra il rivestimento e il corpo dell'argine si formi un legamento il più stabile possibile.

Il sottosuolo di tutti gli argini viene prima pulito rigorosamente della belletta, delle pietre e di qualsiasi resto organico che potesse trovarvisi; nelle linee terminali si praticano delle solcature affinchè l'innesto col terreno esistente o l'impicchiatura con qualche vecchio argine, si faccia nel modo il più sicuro.

Le terre si depositano per strati di 30 a 40 cent. se il trasporto ha luogo con birocci tirati da cavalli, e dà 20 a 30 cent. se alla carriuola. Nel primo caso, e più ancora se si usano dei carri pesanti, si obbligano i veicoli a mutar corsia continuamente, in modo da non percorrere mai successivamente la stessa traccia.

Tanto davanti, quanto all'interno di ogni argine sono proibite le camere d'imprestito a distanze minori di 20 metri dal piede; nella lunghezza poi tali camere devono venire interrotte ogni cento metri da traverse lasciate con larghezza di 6 metri in testa e scarpate più o meno inclinate secondo la natura del terreno.

Per difesa delle scarpate si ricorre all' inerbamento o a incamiciate di piote o zolle erbose. L'inerbamento non si fa che in quelle parti, dove rarissime volte, ed anche allora per poco tempo, vi battono le onde, poichè l'azione continuata e a lungo delle onde ramollisce l'argilla attraverso l'intrecciatura delle radici dell'erba e poi l'asporta. Inoltre è noto che l'erba solo al disopra del pelo massimo delle acque attecchisce bene. La spessezza dell' inerbamento che si forma dipende dalla scarpata nella quale l'erba si abbarbica; per le scarpate interne l'inclinazione può tenersi di 1 a 1 $^1/_2$ e la corteccia erbosa può anche non essere tanto folta, poichè basta solo garantire l'argine da forti pioggie; mentre all'esterno l'inclinazione da assegnarsi non deve essere mai più ripida di 1 a 2 $^1/_2$.

La stagione più opportuna per l'inerbamento, ma specialmente per le inzollature è da novembre ad aprile, e sopratutto i primi giorni umidi del marzo. Se le condizioni non sono proprio troppo sfavorevoli, in un anno si sviluppa una corteccia erbosa abbastanza folta; le radici secondarie si sviluppano e abbarbicano nello strato argilloso. La natura del terreno da dove si sono levate le piote deve essere la stessa di quella impiegata pel rivestimento. Quando si ha dell'argilla atta alla formazione dell'argine, ma che si trova bagnata dalle acque, prima del suo impiego deve lasciarsi esposta all' aria per asciugare.

Sull' inzollatura non diciamo nulla perchè il sistema seguito è lo stesso come quello praticato da noi; le zolle vengono applicate tanto per piatto, quanto di coltello; in generale è preferibile di non farle troppo grosse, poichè se sono sottili, si taglia un maggior numero di radici nel levarle e l'attecchimento ha luogo piu presto, più completo e più sicuro. L'area del terreno che si scortica, deve essere di $^1/_5$ più grande della superficie da rivestirsi. In breve l'erba ricaccia, e la superficie si riveste di una nuova corteccia.

Per fissare le piote non si fa uso in Zelanda di piuoli come da noi. Quando le scarpate solo vengono inerbate, il ciglio della corona si riveste di una fila di zolle erbose e qua e là si inzolla anche per breve lunghezza una superficie della scarpata. Per 4 ari circa di terreno, occorrono non meno di 4 chgr. di seme di *Lolium perenne* e 7 chgr. di *Melilotus officinalis*,

Finalmente il pascolo pel minuto bestiame si ritiene non solo utile, ma necessario, e sugli argini vecchi si accorda anche al bestiame grosso ed ai cavalli; però esso viene proibito prima di aprile e dopo settembre, e in generale quando ha molto piovuto, e la terra è bagnata.

Incamiciate di paglia. — Nei casi dove l'inzollatura non è più sufficiente a proteggere gli argini, si ricorre ad un' incamiciata di paglia. Essa consiste in una specie di tessuto o coperta di paglia o di canne, fissato nello strato di argilla con delle staffe o briglie di collegamento fatte pure di paglia. Questo genere di difesa è dei più antichi ed efficaci per le scarpate degli argini esposte alla violenza delle acque.

La paglia deve naturalmente essere sana e piuttosto chiara, priva di polvere e non troppo battuta. Si adopera di preferenza quella del grano

e della segale; la paglia di avena e di orzo è meno duratura. In luogo di paglia si fa pure uso delle canne, le quali crescono nei siti bassi, di solito inondati dalle acque o per lo meno assai umidi.

Le incamiciate non si eseguiscono d'ordinario che sulle superficie rivestite di argilla, poichè in quelle sabbiose non trovano una saldezza sufficiente. Quando gli argini si elevano sopra una costa mobile, l'incamiciata si affonda da 20 a 40 cent. nella spiaggia, affinchè il piede dell'argine rimanga protetto anche se si abbassa il terreno. Nelle rive solide invece basta affondare di soli 10 centim.

Per ben comprendere il modo di formazione di un'incamiciata servono le fig. 8, 9 e 10 della tav. 18, meglio di qualsiasi descrizione; la fig. 8 rappresenta la pianta vista dal disopra; le altre, due sezioni secondo A B l'una e perpendicolarmente alla medesima l'altra. Parte importante di questo lavoro sono delle file parallele di una specie di fune grossa o fastelli di paglia o di giunchi intrecciati e torti come salsicciotti. Le file si trovano tutte a distanze uguali fra loro e vengono formate introducendo le due estremità dei fastelli nel terreno, in modo da costituire ciascuna una staffa o briglia colla parte esterna; e siccome due fastelli adiacenti hanno le loro estremità infisse a contatto e ben riunite, l'insieme (fig. 10) offre l'aspetto di una serie di minuscoli archi, quasi piccolo viadotto. La distanza fra due estremità dello stesso fastello si chiama appunto *apertura* o *luce*. Le staffe mantengono fisso e immobile il tessuto di paglia sottostante, il quale deve avere una grossezza regolare e costante e i culmi così ben intrecciati e collegati fra loro da non presentare nessun risalto all'azione delle onde. I capitolati prescrivono con tutte le particolarità richieste il modo di eseguire queste incamiciate, di disporre i culmi della paglia, la direzione da dare loro, ecc.

Talvolta si applicano le file di staffe sulla inzollatura, ossia senza il tessuto di paglia o di canne. Allora alle staffe si assegna la larghezza di 5 cent.; ed un'altezza di mezzo cent.; si collegano a distanza di 12, 5 cent. e l'ampiezza o apertura loro si fa pure di 12, 5 cent. Le estremità vengono infisse nel terreno da 12 a 15 cent.; la distanza delle file deve scegliersi in modo che una piota venga tenuta possibilmente da due file.

Mantellature di fasciname. — Le mantellature di fasciname sono analoghe alle incamiciate, esse differiscono però per la natura del materiale impiegato, dal quale le prime ricevono maggiore stabilità e durata. Ambedue costituiscono una coperta folta e completa, che si adatta regolarmente alle scarpate da proteggere; però mentre nelle incamiciate si impiega la paglia o le canne, le mantellature vengono formate di ramaglia o materiale di fascine disposto in uno strato di grossezza costante, e invece che colle staffe si assicura il materiale con stecconi e intrecciature di vipere o gorre; cosicchè la loro durata è di varii anni contrariamente alle incamiciate di paglia, che devono rinnovarsi annualmente, poichè le estremità delle staffe perdono nel terreno ramollito la loro saldezza.

Da questa diversità di durata dipende anche l'impiego delle medesime;

le mantellate si fanno in quelle parti di argini che sono d'ordinario coperte anche dalle basse maree o poco e raramente restano allo scoperto. Non è necessario di entrare qui nei particolari relativi alla scelta del materiale, poichè anche da noi si eseguiscono delle opere in fasciname e quindi si conoscono le pratiche relative; i rami devono essere tagliati di recente e in stagione opportuna; depurati del legname morto o secco.

La mantellata si fa generalmente in tre modi e cioè o con graticciate o intrecciature di vipere, o con stecconate, o con palizzate; talvolta, anzi spesso due o tutti e tre i modi vengono applicati simultaneamente nella stessa opera. Il fondo viene prima munito di un' incamiciata (fig. 11) tenuta ferma colle staffe costituite da file di fastelli piegati come abbiamo descritto precedentemente. Se però il terreno è troppo duro o consistente da rendere difficile l' introduzione delle estremità delle briglie, allora si tralasciano e si eseguisce la sola incamiciata. Tanto nell' un caso quanto nell' altro, essa serve di letto o materasso per lo strato di fasciname; ma questo non viene applicato direttamente, si dispongono prima delle file parallele di fascetti di canne *a, b f* e *g* (fig. 11) distanti tre metri circa fra loro, e nella direzione longitudinale dell'opera. Queste file vengono fissate da staffe o briglie ogni metro. Perpendicolarmente ai fascetti di canne si colloca poi la copertura di fasciname, la quale consta di vere fascine che si sovrappongono coprendosi alle estremità come i tegoli di una tettoja. Le disposizioni adottate sono di due sorta, come si scorge dalle fig. 12 e 13: e sebbene colla prima (fig. 12) la superficie venga meglio coperta, si preferisce la disposizione dalle fig. 13 perchè non offre risalti o ineguaglianze all'azione delle onde, e presenta una superficie più regolare per ricevere le graticciate o stecconate. Gli spazii vuoti *a* si riducono ai minimi termini dopo che si sono rotte le legature e che si è allargata la ramaglia delle fascine, come si costuma di fare.

Per assicurare lo strato di fasciname si fanno delle graticciate di gorre, come indica la fig. 14, si piantano cioè a distanze uguali da 35 a 40 cent. degli stecconi in file parallele diritte o secondo una curva regolare, e perpendicolarmente alla superficie del terreno; fra esse si eseguisce un' intrecciatura di gorre, in modo da ottenere uno stretto graticcio. Ogni tre stecconi se ne infigge un quarto più robusto, che si chiama di ancoramento; è un po' più lungo degli altri e porta alla testa una chiave o un cuneo di quercia o di rovere di 15 cent. di lunghezza, normale alla direzione della graticciata. Alla estremità di ogni fila di stecconi si mettono pure degli stecconi più robusti o di ancoramento.

Quando lo strato di fasciname si assicura con delle stecconate, queste vengono eseguite nel modo indicato dalla fig. 15, che non ha bisogno di spiegazioni. Il numero degli stecconi nelle file varia da 65 a 75 per 10 m. di lunghezza.

La sporgenza delle loro teste deve essere tale da poter ricevere delle pietre naturali negli intervalli, come indica la figura.

Le palizzate si fanno d'ordinario o colle graticciate, o colle stecconate;

sono file dritte o disposte secondo curve regolari, di pali infissi perpendicolarmente alle scarpate, e parallele alle stecconate o graticciate. Di solito si mettono da 45 a 50 pali per ogni 10 metri di lunghezza, secondo che sono già stati impiegati altre volte o sono nuovi. Le teste sporgono da 20 a 35 cent. secondo la natura del materiale impiegato nelle fascine e le fascine stesse; la disposizione viene rappresentata dalle fig. 16 e 17. Questi pali offrono naturalmente una resistenza maggiore degli altri sistemi descritti; essi servono come frangionde e perciò sono da raccomandarsi. L' infissione si fa con mazzeranghe a mano del peso di 20 chilog.; quando vengono usati sostituiscono ben inteso una fila di graticcio, o di stecconi.

La mantellatura senza pietre, ossia con semplici graticci, ha una durata di tre anni circa; mentre quella a stecconate con pietre tra le file, quando queste sono ben serrate in modo da proteggere lo strato di fasciname contro i calori del sole e la violenza delle onde, dura fino a sei anni. Ben inteso però che tale durata viene modificata dalla natura del sottosuolo, dalla posizione dell'opera per rispetto ai venti di mare e finalmente dalla presenza più o meno delle teredini.

La copertura di fascine ha una grande importanza nelle difese che si eseguiscono nella Zelanda ed anche in altre parti dei Paesi Bassi, specialmente nei polder che non sono in grado di far fronte alle spese considerevoli, che richiede un rivestimento di pietre; negli argini lungo sponde alluvionali in aumento, dove sono esposte all' azione delle onde per soli pochi anni; negli argini di recente costruzione e che necessariamente subiscono ancora degli assettamenti notevoli, perchè così si adatta alla forma irregolare che le scarpate di tali argini assumono dopo l'assettamento, ciò che non potrebbe fare il rivestimento di pietra, il quale si disloca e si guasta; e in modo generale in quei lavori che per pochi anni devono resistere all'azione delle onde.

Dopo tutto quanto abbiamo detto non ci sarà bisogno di ulteriori spiegazioni per illustrare le opere stivate di fascine, di cui si vedono i particolari nelle fig. 18, 19 e 20 usate per presidiare il piede delle sponde ed anche come veri pennelli, capaci di resistere alla furia delle tempeste.

La scarpata davanti ha un' inclinazione di $^1/_6$ dell' altezza. Gli strati si eseguiscono successivamente riempiendo di mattonami ed altri detriti lo spazio fra le due file di graticcio sul davanti e fino all' altezza delle teste degli stecconi.

Gettate di pietra sui fascinami. — Rivestimenti con pietre delle scarpate. — Abbiamo visto che le stecconate si eseguiscono insieme con delle gettate di pietra, vale a dire con una copertura di grossi ciottoli od altre pietre disposte fra le file delle stecconate. Questo modo venne generalizzato verso la metà del secolo passato, allo scopo di ovviare ai guasti che le teredini producono al legname, e dapprima si eseguiva mettendo le pietre senza assestamento alcuno fra le graticciate, alle quali poi si trovò più opportuno e più conveniente, di sostituire le stecconate, come abbiamo descritto, e coll'abbondare del materiale si finì per disporre le pietre con regolare

assestamento. Veramente lo scopo non si era raggiunto completamente, poichè le teredini continuavano e continuano tutt'ora il loro lavorio di distruzione, ma in cambio si è riconosciuto che la difesa degli argini è assai più efficace e perciò il sistema fu non solo mantenuto, ma generalizzato.

Questo primo passo doveva poi condurre al rivestimento delle scarpate in pietra; tuttavia non vi si pervenne subito, ma ciò non perchè non si fosse riconosciuta l'importanza di tale modificazione, e quindi la necessità di adottarla, ma perchè la pietra nella provincia manca affatto, ed anche i paesi circostanti non ne potevano fornire in quella quantità che sarebbe stata necessaria. I primi esperimenti si fecero nel 1827 nell'isola Schouwen con ciottoli di campo posti di punta; finchè si ricorse alla pietra di Norvegia ed allora il materiale non fece più difetto. Nel 1857 si avevano già nella provincia di Zelanda più di un milione di metri quadrati di questo rivestimento di pietrame. Dopo il 1857 si sostituì alla pietra di Norvegia il basalto, il porfido di Lessines e del materiale laterizio.

Coll' uso della pietra si estese anche quello delle palafitte o palizzate; queste hanno fatto così buona riuscita, specialmente nei fortunali del 1862 e 1863, che d'allora si sostituirono alle stecconate. Si preferiscono i pali di quercia e se di larice vengono preparati al creosoto; hanno la lunghezza di m. 3, 5 e una periferia media di 65 centim. Le teste si lasciano sporgere m. 1, 25 al disopra della superficie del rivestimento; le file distano da m. 2 a 2, 50 l'una dall'altra e si compongono di 23 pali per ogni 10 metri. Di 10 in 10 metri si eseguisce una fila trasversale per meglio concatenare tutta l'opera di difesa. Le primitive palizzate da noi già descritte erano intercalate colle stecconate e formavano un sistema misto, il quale però aveva il grave inconveniente di scuotere tutta la gettata di pietra, quando i pali venivano attaccati da forti ondate, in causa delle scosse che ricevevano. Colle palificate senza stecconi, di cui dicemmo più sopra, questo inconveniente non si è completamente rimosso, ma però è ridotto ai minimi termini; perciò anche le stecconate si vanno poco a poco eliminando per sostituirvi quasi dappertutto le palizzate aperte.

I lettori che desiderano di studiare più accuratamente i sistemi di difesa menzionati li troveranno nel libro di Müller esposti con una ricchezza di particolari e con somma chiarezza, in modo da potersi fare un concetto anche delle più minute disposizioni di costruzione.

Per completare i cenni da noi riferiti, riportiamo dall'atlante dell' opera di Müller alcune figure nelle quali si trovano applicate le cose esposte.

Nella fig. 21 (tav. 22) si ha un argine in golena che l'alta marea ordinaria non raggiunge, e che perciò non abbisogna ancora di difesa, l'inerbamento basta a garantirlo dalle acque che solo nelle grandi burasche vengono a lambirlo; quando si trova di essere disposto contrariamente alla direzione delle grandi burasche, può pure rimanere senza difesa. Nella fig. 21 la scarpata esterna è molto inclinata, ma può esserlo anche molto meno. Al piede il terreno alluvionale va depositandosi formando una banchetta inclinata e la riva è in accrescimento.

Quando l'argine non può rimanere così senz'altro, allora si costruisce al suo piede esterno una banchina regolare all'altezza di un metro per lo meno al disopra delle massime acque (alta marea ordinaria), come indica la fig. 22, ed annualmente la si riveste con un'incamiciata di paglia.

Se la golena si restringe, allora non basta più il provvedimento suddetto, le onde vi battono con una certa violenza e l'argine deve venir difeso convenientemente. La fig. 23 mostra un rivestimento di fasciname con graticciate o stecconate, come veniva eseguito fin a pochi anni addietro; le fig. 24 e 25 invece mostrano il rivestimento di pietrame come si usa attualmente. Più la violenza delle onde è forte, più inclinata si fa la scarpata esterna, più alto si tiene la banchina sul pelo delle massime acque ordinarie e più pesante si fa la copertura di pietrame.

L'inclinazione della scarpata si fa da 1 : 3 a 1 : 4; l'altezza delle banchine sul pelo massimo delle acque varia da m. 1,5 a 2 e la larghezza si fa di 5 metri e più. Anche il ciglio dell'argine deve tenersi molto alto per rispetto alle massime acque ordinarie; di solito da metri 3,5 a m. 6. La scarpata del piede di banca si rivestisce interamente di pietrame, e questo si prolunga per uno o due metri sulla banchina. Per impedire o per lo meno rompere le onde che tendono a correre sulla scarpata, si dispongono delle palizzate parallelamente alla direzione dell'argine, anche per meglio consolidare il rivestimento ed impedire che guastandosi una porzione, il danno non si estenda.

L'uso del basalto come materiale di rivestimento, dà a questo una solidità grandissimà, sicchè le onde raramente riescono a sconettere un tale rivestimento, perciò anche le palizzate si tralasciano, o per lo meno non si eseguiscono così numerose; basta talvolta una fila o due. Secondo i luoghi e la maggior o minor violenza delle onde, si trovano anche altre disposizioni; così per es. delle palizzate rilegate fra loro da catene nel senso trasversale e da filagne in quello longitudinale; ecc. (fig. 26 e 27).

8.

Provvedimenti nei casi di attacchi degli argini. — Ad onta di tutte le difese descritte è evidente che può occorrere il caso nel quale le onde riescono ad attaccare ed asportare qualche argine; purtroppo ciò si verifica più spesso che non sarebbe desiderabile. In tali eventi i mezzi più comuni a cui si ricorre per riparare il danno sono semplicissimi, e li accenneremo in breve. Caland nel suo trattato propone due modi, che sono indicati nelle fig. 28 e 29. Egli osserva che in causa della natura sabbiosa del terreno, si verifica spesso che il fondo del mare si avvicina all'argine asportandone tutta la golena, e non raramente anche la scarpata o il corpo dell'argine, prima ancora che sia stato possibile di impedire tale avanzarsi. In questi casi non solo l'argine è perduto, se si tralascia di provvedervi, ma anche il polder viene inondato e poco a poco minacciato e inghiottito. Per evitare danno maggiore, conviene subito ristabilire la scarpata dell'argine

riempiendo il vuoto formatosi (fig. 28) con buona terra sulla quale si adagiano delle fascinate; oppure eseguendo tale riempimento con strati alternati di fasciname (fig. 29) e di buona terra, od anche di terreno torboso. Questo secondo modo è più sicuro, ma è anche più costoso.

In pratica però non sempre si sono adottati i provvedimenti descritti da Caland, anzi si è data la preferenza ad altri sistemi, che vedonsi rappresentati dalle fig. 30 e 31. La prima mostra il ristabilimento dell' argine presso Hoedekenskerke dove si era verificato uno sprofondamento indicato dalla linea che marca il contorno inferiore nella fig. 30. Vi si è subito eseguito una specie di punto di appoggio o piede d'argine artificiale in *a* con una palificata su quattro file legate fra loro da regolari catene e riempiendo il vano fra i pali con ramaglia e fascine ben compresse; poi si è riempita l' incavatura sottostante con terreno forte b_2 coperto di strati di fasciname c_1, con che si raggiungeva già una scarpata sufficiente ad impedire ulteriori scoscendimenti. Sopra queste prime fascinate si riportava di nuovo della terra forte b_3 fino ad ottenere il profilo primitivo, che veniva poi protetto da altre fascinate per tutta la superficie, assicurate contro la violenza delle onde da una gettata di pietra.

L'altra figura 31 rappresenta un caso analogo presso Borrendamme. Il piede artificiale o punto d'appoggio in *a* fu subito costruito, e consisteva in una palificata dietro la quale si erano accumulate delle fascine ben stivate. Intanto che si stava eseguendo questo lavoro, e cioè dieci giorni dopo avvenuto lo sprofondamento, si rimarcò che il mare da sè aveva già cominciato a depositare delle sabbie in S. Allora si continuò il riempimento dell'escavazione con buona terra *b, b* protetta da uno strato notevole di fasciname in c_1 e c_2; il quale alla sua volta si assicurò con un'abbondante gettata di pietre *d*, e così si riuscì a mettere al sicuro tutto l'argine.

Da questo caso e da altri verificatisi in appresso e meglio studiati si è visto che la natura da se inizia il riempimento della corrosione, e che perciò secondandola opportunamente si può arrivare allo stesso risultato, senza essere obbligati di eseguire dei lavori di fasciname così dispendiosi. Si difendono le sponde lateralmente all'avvenuto sprofondamento presso a poco coi sistemi descritti, creando così una specie di bacino, nel quale per la quiete che vi si stabilisce, ogni pericolo di nuovi attacchi resta allontanato, e il riempimento si forma da se.

Quando poi tutto l' argine viene inghiottito fino dal bel principio, non resta altro rimedio che di abbandonarlo e costruire un argine in ritiro per salvare almeno il polder.

Dune. — È noto che le dune sono specie di piccole colline od elevazioni di sabbia semoventisi, ossia in continua formazione e trasformazione, dovute all' azione dei venti col concorso di quella del mare. Le dune della provincia di Zelanda differiscono grandemente fra loro sia in altezza, come in larghezza. Ve ne sono di quelle che raggiungono l'altezza di 20 a 25 m. al di sopra del pelo delle massime acque ordinarie, altre non hanno che pochi metri. La larghezza da 10 a 15 metri può salire a 100 e più metri.

Müller riporta due dune l'una di Oostwatering con una base di 108 metri, l'altra di Westwatering con 374 metri.

Le dune che non hanno una larga spiaggia davanti, vengono facilmente raggiunte dalle acque nei fortunali e nelle grandi burasche. Il piede viene allora asportato, la scarpata diventa più ripida, e grandi quantità di sabbia vengono inghiottite dal mare. Per ciò non raramente si proteggono pure quelle dune che contribuiscono a mantenere il terreno, costituendo un riparo naturale, e i lavori di difesa sono analoghi a quelli che si usano per gli argini e che abbiamo descritti. Ma talvolta bastano lavori più semplici; inerbamenti, piantagioni di canne, incamiciate di paglia, e ripari tutti allo scopo di impedire che i venti asportino la sabbia e di favorirne invece l'accumulamento.

Difesa delle spiaggie. — Per spiaggia s'intende generalmente quella lista di terreno tra le opere di difesa e il mare, che questo bagna nelle alte maree ordinarie e lascia all'asciutto a marea bassa; più specialmente però tale espressione si applica a quelle spiaggie che si trovano davanti a difese naturali, ossia alle dune, mentre là dove si trovano degli argini o difese artificiali, la spiaggia si designa col nome di *antisponda:* e questo è quello che nella provincia di Zelanda è più comune. mentre le spiaggie non si trovano che lungo le sponde meridionali della Schelda occidentale, tra Breskens e il confine belga e in alcuni punti delle isole di Walcheren e di Schouwen.

La spiaggia secondo la direzione e la forza della corrente che la bagna assume delle inclinazioni di 1 : 30 fino a 1 : 60 e in media di 1 : 40. Quando questa pendenza si eleva fino all'altezza delle massime acque, le onde non arrivano a toccare il piede delle dune o degli argini retrostanti e quindi non li minaccia; ma nel caso contrario è evidente che le onde battono il piede delle dune e degli argini, e ne compromettono l'esistenza. Di qui la necessità di mantenere davanti le dune una larghezza conveniente di spiaggia colla pendenza sufficiente per rendere insommergibile il piede delle medesime; poichè allora anche le ondate più violenti s'infrangono sulla spiaggia e corrono sulla sua superficie molto inclinata, perdendo tutta la loro forza viva e senza effetto. A tale scopo si è sviluppato tutto un sistema di opere intese a difendere le spiaggie, mantenendole o procurando il loro prolungamento tra l'alta o bassa marea col provocare degli interrimenti, ed impedire in ogni caso che si abbassino al disotto del livello della bassa marea. Quando già il terreno si trova sotto questo livello, la difesa diventa costosa assai.

In generale le opere consistono in pennelli o moli assai piatti, ossia pochissimo elevati sul terreno circostante e con una inclinazione corrispondente a quella della spiaggia stessa; essi vanno dalla linea di bassa marea fino al piede delle dune o degli argini interni, e in mancanza di questi fino al terreno insommergibile. La loro direzione è sempre normale alla corrente, e verso terra può talvolta variare in relazione colle difese delle dune e degli argini per raccordarsi con esse pure normalmente. La distanza

dei pennelli si fa di solito uguale alla loro lunghezza e fino al doppio della medesima; però si è riconosciuto che un intervallo troppo grande riesce nocivo, perciò la distanza uguale al doppio della lunghezza è troppo grande e la spiaggia non resta difesa convenientemente; si preferisce di attenersi al disotto di tale misura, e in alcuni punti si dovette perfino avvicinarli in modo che l'intervallo non superasse la metà della lunghezza dei pennelli. D'ordinario è preferibile, anche per ragioni economiche, di assegnare loro la massima distanza e di intercalare invece dei pennelli secondari, tosto che se ne riconosce il bisogno.

I pennelli si impiccagliano nelle dune o nelle dighe per due o tre metri, senza ricorrere a disposizioni speciali. Il loro ciglio non si eleva, come già si è detto, che di poco sulla spiaggia e se questa è molto bassa o presenta delle insenature tali, che il pennello riescirebbe troppo elevato volendogli mantenere la sua inclinazione, allora verso il mare si abbassa maggiormente; e in modo analogo si fa alquanto più ripido verso terra. La lunghezza è variabilissima dipendendo dalla maggior o minor estensione della golena; però non sono rari i pennelli con lunghezze da 100 a 150 metri. Essi sono formati in modo anologo alle difese già descritte; con uno strato di argilla, e rivestimento superiore di pietre; un sottostrato di incamiciatura di paglia con strati di ramaglia o fascine là dove giunge il flusso e riflusso; mentre in quelle parti che non vengono lambite dall'alta marea ordinaria, può bastare una semplice incamiciatura di paglia o di giunchi secondo i casi. Il tutto assicurato colle solite viminate di vipere o stecconate. Non riportiamo dei disegni di questo genere di pennelli, perchè sono già stati pubblicati dall' ing. Maganzini nella sua *Relazione di missione sulle opere idrauliche dei Paesi Bassi* (1) e le fig. relative si trovano nella tav. II (fig. 1, 2, 3 e 4) annessa alla medesima. Questo tipo però è stato ora abbandonato, era troppo elevato ed aveva un' inclinazione troppo pronunciata.

Oggidì si preferisce il tipo indicato dalla fig. 32 per mezzo di una sezione trasversale. Si vede che il passaggio dalla parte elevata alla spiaggia lateralmente è insensibile e perpendicolare; con che si evitano le corrosioni che spesso verificavansi col profilo antico. Quasi sempre si pianta anche una fila di pali, e precisamente 5 per ogni due metri di lunghezza. I pali hanno 4 m. di lunghezza e sporgono di 2 metri sulla superficie del pennello. Lateralmente la sezione viene limitata da una stecconata; il rivestimento di pietre ha una grossezza di 25 centim. e riposa sopra un letto di mattoni di 15 centim. di spessore con un sottostrato di canne o giunchi della altezza di 5 centim. La larghezza che si è trovato conveniente di adottare è di 8 metri, ma ciò non esclude che se ne facciano di più larghi; come pure si piantano anche due e fino tre file di pali. La fig. 33 mostra appunto, per mezzo di una sezione trasversale, un pennello con due fila di pali e della larghezza di soli 6 metri. Il rivestimento di pietre di 25 a 30 centim. riposa sopra uno strato di fasciname di 16 cent. al quale sottostà un letto

(1) BENCINI. — Roma-Firenze 1877.

di 5 centim. di canne e sotto di esso uno strato di 50 centim. di spessore costituito di argilla; cosicchè gli stecconi delle viminate vengono ad avere una lunghezza di oltre un metro e distano fra loro di 50 centim. I pali sono lunghi 4 metri e sporgono di m. 1,80 al disopra della copertura di fasciname: distano fra loro di m. 2,50.

Finalmente nella fig. 34 si scorge la sezione di un tipo analogo con 3 file di pali distanti fra loro m. 2,50; aventi una lunghezza di m. 3,50 e sporgenti m. 1.60 dal rivestimento di pietre; questo ha uno spessore di 30 a 40 centim. Lo strato di fascine ha una grossezza di 13 a 16 centim., e il sottostrato di canne da 5 a 7 centim. La larghezza del pennello è di m. 24,60.

9.

Difese sommerse. — Quando le difese devono eseguirsi in acque profonde e relativamente tranquille, si ricorre a delle opere speciali, delle quali ora brevemente diremo; da quanto già abbiamo precedentemente accennato i rivestimenti di pietre, fatti con gettate più o meno alte, offrono una delle migliori difese; però se il terreno sul quale vanno a depositarsi le pietre è sabbioso e poco coerente, i singoli massi penetrano facilmente nel suolo e rendono perciò necessario l'applicazione di un sottostrato di fascinoni, il quale oltre all'ovviare all'inconveniente segnalato, è già vantaggioso per la regolarità che permette di raggiungere nella distribuzione della gettata sulla sponda, e per l'aumento di grossezza che ne risulta nel rivestimento. Quando poi il terreno è consistente, l'azione stessa delle correnti lo attacca conformandolo a gradoni, e allora non si presta a ricevere uno strato il che regolare di fascinoni; la consistenza poi del terreno stesso rende inutile l'impiego del medesimo.

Nei tempi passati le opere sommerse o zattere di fascinoni venivano caricate con della terra consistente e dura della migliore possibile; il concetto direttivo era quello di ottenere un buon rivestimento collo strato di fascinoni, perciò la terra contribuiva a completarlo e nelle stesso tempo costituiva un ottimo mezzo di difesa contro le teredini o brume. Non si pensava ancora alle pietre, le quali scarseggiavano in tutta la provincia e non avrebbero perciò potuto offrire un provvedimento facile e conveniente. Ma dopochè si cominciò ad avere materiale di pietrame in abbondanza, il sopracarico venne adottato in modo da non essere mai inferiore a 1000 chilog. per metro quadrato, cui corrisponde una altezza di circa m. 0,60 in media di rivestimento; e quindi da parte secondaria, diventò principale, e le fascine di annegamento passarono in seconda linea e divennero opere accessorie, destinate alla miglior ripartizione del carico delle pietre e ad impedire che queste penetrino nel suolo. Il mare poi completa in breve tempo l'opera, col riempir tutti i vani e gli interstizi di sabbia, limo, crostacei, ecc., e si forma così un tutto solido e duraturo, il quale non ha più nulla da temere, nemmeno dalle brume, poichè essendo i fascinoni seppeliti sotto le pietre,

anche se divorati, hanno adempito allo scopo loro, e non ne viene danno all' insieme.

.Quando la gettata si eseguisce senza le opere fondali in fascine, si conducono sul luogo i massi mediante battelli caricati con 120 a 180 tonnellate, e muniti di quattro grosse ulivelle sospese mediante carrucole, colle quali si gettano a mare massi del peso di 25 chilogrammi e più. Un battello così armato serve per una gettata di 7 a 8 metri di lunghezza; ogni ulivella viene servita da 5 operai, dei quali uno attacca l'ulivella al masso; gli altri lo sollevano tirando la corda della carrucola, e due di essi situati sopra un tavolone trasversale, quando il masso è arrivato all'altezza opportuna, lo spingono in fuori, lo gettano a mare. Massi al disotto di 25 chilog. vengono gettati a mano, senza apparecchi speciali. Le gettate vengono fatte per striscie di m. 7 a 8 di lunghezza perpendicolari alla direzione della corrente, e accuratamente determinate mediante paline d'allineamento, e il battello robustamente ancorato.

Generalmente i massi vengono gettati incominciando dal mare e andando verso terra, per evitare il rotolamento che sul terreno in pendenza necessariamente avrebbe luogo; però talvolta si procede anche in altro modo, quando il vento o la corrente obblighino ad allontanarsi dalla regola ordinaria. Si deve pur tenere conto della forza della corrente, e quindi gettare le pietre un po' più a monte del posto definitivo che devono poi occupare.

Le opere fondali sono veri foderi composti di un sottostrato di salsiccioni o grosse fascine disposte a reticolato, di un ripieno di ramaglie o fastelli verdi, in due o tre strati incrociantisi ad angolo retto e finalmente di un reticolato superiore analogo all'inferiore (fig. 35). In questi foderi si eseguisce un intreccio o graticcio di più ordini di gorre in corrispondenza dei salsicioni, che costituiscono il reticolato alternando una fila sì e una no; si viene così a formare una serie di scomparti quadrati come quelli di una scacchiera e dentro i quali si adagia il rivestimento di pietrame. La zattera viene poi rimorchiata galleggiante sul posto dove deve essere colata, e quivi caricata di zavorra fino a che discende; le pietre si continuano a gettare anche in appresso, fino a che si sia raggiunto la quantità necessaria.

Non diamo la descrizione del modo come si costruiscono e si affondano queste opere di annegamento, perchè nella già citata *Relazione di missione* dell'Ing. Maganzini si trova una descrizione completa ai N. 59, 60, 61, 62, 63 e 64, alla quale i lettori possono ricorrere. Solo avvertiamo che ivi la zavorra o materiale di coperta è costituita come si usava anticamente, cioè da terra o rottami od anche da pietre, per un peso di chil. 320, 240, o 145 per metro quadrato; mentre oggidì generalmente la zavorra si fa di massi e si carica, come già abbiamo detto, con un peso minimo di 1000 chilog. per metro quadrato.

Si costruiscono anche delle opere d'annegamento con ripieno di due soli strati; sono più flessibili e servono a presidiare sponde strette, od a raccordare opere fondali maggiori con sponde molto inclinate. Quando poi anche tali opere male si prestano, o difetta il tempo o il materiale per la

loro costruzione, si ricorre a delle fascinate analoghe a quelle da noi già descritte in altro periodico (1); la forma è alquanto diversa e risulta dalle fig. 36 e 37 ma il modo di esecuzione è affatto analogo a quello da noi già indicato ed al quale rimandiamo il lettore.

Il Müller nella sua opera riporta anche i prezzi dei principali lavori, ma per le condizioni nostre non sarebbero applicabili, perciò non ne facciamo cenno; a titolo di curiosità diremo solo che un'opera fondale con ripieno dell'altezza di m. 0,45 e senza carico viene a costare L. 3,50 il metro quadrato; e L. 2,90 se l'altezza del ripieno è di soli m. 0,30.

L'incamiciatura con graticci di gorre o stecconate e copertura di sassi disponibili sopra luogo provenienti da opere demolite L. 2,12 per mq. La pietra viene a costare assai diversamente secondo la natura e la provenienza, i prezzi variano da L. 5,45 a L. 11,70 per 1000 chilogrammi.

10.

Le opere di difesa da noi brevemente descritte vengono da Müller nella sua opera illustrate nelle applicazioni che hanno avuto, e questa illustrazione serve all'Autore di occasione per esporre la genesi di quelle terre componenti la Provincia, la cui storia è molto interessante dal punto di vista della difesa contro il mare, ed offre un campo vastissimo e molto istruttivo per lo studio in esame. Egli descrive tutta la costa di Zeewsch, e di Vlaanderen dalla foce primitiva della Zwin, ossia dal punto più estremo verso il mare e fino alla Schelda al confine belga. Poi passa all'isola di Walcheren, che è una delle più curiose, e qui la percorre lungo tutte le sue coste. Segue la costa settentrionale di Noord Beveland; indi i lavori di presa della gigantesca rotta del 1894 al polder di Nieuw Strijen (Tholen) e finalmente quelli intrapresi recentemente per l'acquisto della regione Bedijking Saeftingen, che è l'ultima conquista fatta sul mare.

La terza divisione del libro è ripartita in 10 capitoli speciali, nel primo e nel secondo dei quali si fa la storia dei consorzi zelandesi e si danno tutte le disposizioni di leggi relative. Nel terzo l'Autore descrive l'organamento del servizio governativo delle acque e di quello provinciale, con un'esposizione completa dei vari riparti e delle mansioni ed incombenze a cui rispettivamente son tenuti. Segue un capitolo sulla polizia dei polder con riferimento alle disposizioni di leggi e di regolamenti; poi tre capitoli, l'uno sulla amministrazione generale dei vari consorzi liberi e l'ordinamento dei medesimi; l'altro sull'istesso argomento, ma relativo ai consorzi sussidiati dal governo; e il terzo sulle disposizioni di legge che regolano questi sussidi.

L'ottavo capitolo è dedicato al modo di eseguire i lavori; contiene quindi le disposizioni contrattuali, quelle dei capitolati, il modo di fornitura dei materiali, di eseguire i lavori tanto di riparazione, quanto nuovi, e quelli di manutenzione.

(1) *I lavori pubblici nel Canton di Vaud.* — L'Ingegneria Civile 1897, pag. 23-24.

Gli ultimi due capitoli contengono l'uno tuttociò che si riferisce alla pesca ed alla coltivazione delle ostriche o di altre conchiglie, l'altro tratta della navigazione. In questo capitolo l'Autore comincia dal descrivere le varie arterie naturali di navigazione come sono oggidì; poi le riprende singolarmente e ne fa la storia innestandola a quella dei principali porti e quindi delle città, che si trovano sulle arterie descritte. Mediante questa storia il lettore segue l'incremento che le città più importanti hanno avuto dalla loro origine fino ad oggi, e si comprenderà l'importanza e l'interesse di questo capitolo, quando avremo detto che l'Autore non trascura nulla, ma entra in tutti i particolari che si riferiscono alla navigazione: lavori, costruzioni speciali, bacini, porti, segnali, spese relative, tariffe, servizio di pilotaggio, insomma tutto ciò che può interessare questo ramo importantissimo della scienza idraulica, al quale si connettono tutti gli altri.

Dalla nostra esposizione i lettori del *Politecnico* avranno potuto facilmente formarsi un'idea della grandiosità dell'opera del Müller e dell'interesse che essa offre per tutti i cultori delle scienze idrauliche. Noi aggiungiamo ancora, che l'esposizione è chiarissima e molto particolareggiata; che l'edizione è curata con molto lusso, e perciò la raccomandiamo alle nostre Scuole di applicazione per gli ingegneri, alle biblioteche italiane ed ai cultori delle scienze idrauliche.

Teramo, Aprile 1898.

Ing. GAETANO CRUGNOLA.

DI UN PROGETTO

PER CREAZIONE DI FORZA MOTRICE NELLA RIVIERA LIGURE.

(Vedi Tav. 23, 24, 25).

Verso la metà dello scorso anno l'ing. Luigi Zunini pubblicava la relazione di uno studio da lui fatto, dietro incarico di una Società genovese, per ottenere forza motrice sulla riviera ligure presso Voltri (1).

Il progetto dell'ing. Zunini è simile nelle linee generali a quello dell'ing. Bruno (acquedotto De Ferrari Galliera); e cioè: creazione di serbatoi o laghi artificiali nella parte alta del versante settentrionale dell'Appennino, derivazione dell'acqua in essi raccolta, condottura della stessa sul versante meridionale ed utilizzazione della caduta fino al mare per creazione di forza motrice.

Mentre però l'acquedotto De Ferrari Galliera convoglia dell'acqua che serve anche per uso potabile per la città di Genova, lo stesso non può dirsi del progettato acquedotto dell'Orba, poichè le sue acque, sebbene chimicamente pure, non potrebbero esserlo anche batteriologicamente: però l'autore accenna alla possibilità di avere anche acqua potabile, immettendo separatamente nell'acquedotto quella derivata da uno dei tre serbatoi progettati.

La relazione dell'ing. Zunini può distinguersi in cinque parti: studio idrologico della regione per determinare le portate dei torrenti e la quantità d'acqua disponibile; calcolo della capacità dei serbatoi; calcolo della stabilità delle dighe; descrizione dell'acquedotto; stima dei lavori.

La valle dell'Orba (formata dalla confluenza di convalli minori, tra le quali quella dell'Orba propriamente detta, dell'Orbarina, della Baracca, del Rosto, ecc,) ha origine (tav. 23) dall'Appennino sovrastante a Voltri e Varazze, e scende verso Ovada: è al principio di questo torrente al-

(1) *Progetto di derivazione d'acqua dall'alta valle dell'Orba per creazione di forza motrice nella riviera ligure.* — Relazione dell'Ing. LUIGI ZUNINI. — Milano 1897.

l'altezza di quasi 600 metri sul mare che dovrebbero essere costruiti tre grandi serbatoi della capacità complessiva di otto milioni di mc., nei quali defluirebbe l'acqua di un bacino imbrifero di circa 50 kmq. La portata (come si vedrà dai calcoli che in seguito si riassumeranno) è preventivata in 1 mc. per 1″, e colla caduta di m. 516 circa (supponendo di arrivare al mare con una rimanenza di pressione di m. 50 per potere eventualmente con tale pressione servire le industrie e spingere l'acqua nelle case) si avrebbe una potenza di 5160 cavalli effettivi all'albero dei motori e per 24 ore al giorno. Ritenuto poi che la massima parte delle industrie utilizzerà la forza durante le ore diurne, potrà l'acqua essere immagazzinata nei serbatoi durante la notte, ragione per cui il canale venne calcolato per una portata di 2 mc. al 1″, che darebbe quindi una forza doppia della suaccennata

Come si vede, la parte più difficile del progetto è lo studio della quantità d'acqua da raccogliere ed immagazzinare nei serbatoi. In regioni montuose e disabitate, come quelle di cui si tratta, non esistevano naturalmente misure di portata, difficili d'altronde ad eseguirsi per la natura dei corsi d'acqua, che scendono a salti frammezzo a sassi e dirupi. Dall'autore però negli estati del 1894 e 1895 furono eseguite una cinquantina di misure sui primi torrentelli dai quali ha origine l'Orba; e da tali misure si potè stabilirne la minima portata assoluta in 4 litri al 1″ per kmq. di bacino, ciò che è anche confermato dai dati della carta idrografica. Ma più interessante, anzi necessaria per lo studio in parola, era la conoscenza della portata media e massima, cioè della quantità integrale d'acqua defluente nel bacino; ad ottenere la quale, in mancanza di misure dirette, sarebbero tornate utili le effemeridi pluviometriche della regione, completate da uno studio sulla pendenza delle valli, boscosità delle falde, permeabilità del terreno, ecc. Mancando tali effemeridi, l'autore, pur riservandosi d'impiantare dei pluviometri, per proseguire e completare le sue ricerche, dovette procedere per analogia con altre regioni per le quali esistessero tali dati; egli trovò che il bacino dell'Orba, per il clima, per la sua elevazione sul mare, per la sua posizione rispetto ai venti meridionali, è simile a quello del Gorzente, dal quale ha origine l'acquedotto De Ferrari Galliera, sì da poter supporre ugual regime di pioggia per i due bacini, ed assumere quindi per l'Orba i dati del Gorzente, i quali sono conosciuti per un periodo di sette anni e per di più controllati dall'erogazione dell'acquedotto che dalle piogge stesse è alimentato.

È noto come non tutta l'acqua che piove defluisca nei torrenti; una parte di essa è assorbita dalla vegetazione, o s'infiltra nel terreno, o si perde per evaporaziane. Il rapporto tra l'acqua meteorica e quella de-

fluita è maggiore o minore a seconda del clima, della vegetazione, della ripidezza delle falde, della natura del terreno.

Dell'acqua poi che scende nelle valli, parte scorre in regime normale e rappresenta la portata utile del torrente, parte invece defluisce come piena irruente nelle epoche di piogge copiose, e porta danno anzichè vantaggio alle valli sottostanti.

Premesso ciò, ecco qual'è il problema che l'autore si propose: conosciuta l'altezza d'acqua minima piovuta, determinare la parte che realmente scorre nel torrente; ottenuta questa, suddividerla in due parti, quella che defluisce in regime normale, che sola reca o può recare vantaggio agli utenti inferiori del fiume, e quella che costituisce le piene e, che, immagazzinata, potrebbe essere devoluta al nuovo acquedotto.

L'autore stabilisce *il coefficente di scolo* (rapporto tra la quantità d'acqua defluita e quella piovuta) con induzioni sue e con confronti di altri bacini (Gorzente e Verbano in Italia, Furens in Francia, Gileppe nel Belgio). Considerate le analogie e le differenze tra questi bacini ed il bacino dell' Orba, avuto riguardo per questa ai ripidi pendii delle falde, al grado di permeabilità del terreno, alla frequenza di piogge torrentizie, per le quali quasi tutta l'acqua caduta defluisce nella valle, egli crede poter stabilire in 0, 82 il coefficente di scolo.

Per sviluppare la seconda parte del problema propostosi, cioè la ripartizione della pioggia caduta tra il regime normale ed il regime di piena, l'autore si valse pure di studii proprii, nonchè di quelli del Fantoli per il Verbano (1) (poichè per le portate di piena è assai più facile che non per quelle di magra a stabilirsi l'analogia tra due bacini).

È noto che, cessato in un bacino il periodo di pioggia abbondante, e cessato quindi il periodo di forte piena, la portata del fiume si stabilisce in regime normale, decrescendo man mano, se non sopravvengono nuove forti piogge, fino ad approssimarsi alla minima: è importante determinare quando cominci questo regime normale, e con quale legge avvenga tale decrescenza delle portate.

Ora il Fantoli trova che il giorno in cui la piena riferentesi ad una data pioggia cessa di decrescere rapidamente, per decrescere in modo lento, dando cioè principio al regime normale, coincide col quinto giorno dacchè è cessata la pioggia, ed in tale giorno defluisce la centesima parte dell' intera quantità di acqua di pioggia che ha dato luogo alla piena: e quindi, essendo h l'altezza di pioggia caduta in millimetri, la portata nel quinto giorno sarebbe:

$$\text{litri } 0,116\, h \text{ al } 1'' \text{ per kmq.}$$

(1) FANTOLI. — *Sul regime idraulico dei laghi.* — Milano, 1897.

La funzione, rispetto al tempo, della portata, che decresce da questo giorno fino ad arrivare alla portata minima, sarà ben rappresentata da una curva asintotica alla retta rappresentatrice della portata minima. Ora l'ing. Zunini propone a rappresentare tale funzione una esponenziale logaritmica della forma:

$$p = \beta\, e^{-\gamma t}$$

(dove e è la base dei logaritmi neperiani, p la portata attuale, t il tempo trascorso da una certa origine, β e γ due costanti), a differenza del Fantoli il quale propose una iperbole equilatera cogli asintoti paralleli agli assi della portata e del tempo, e cioè:

$$(t + a)\,(p + b) = c$$

(avendo t e p i valori sopradetti, ed essendo a, b, c tre costanti). Ambedue le funzioni esprimono bene il fenomeno della decrescenza delle portate, ma l'autore ritiene preferibile la sua, perchè è rappresentata da una curva ad un solo asintoto, mentre l'altra a due asintoti presuppone che, per certi valori del tempo antecedente all'origine, la portata possa diventare grandissima, anzi infinita.

Per la determinaziane della costante γ, l'autore ricorse ad esperienze e gli risultò $\gamma = 0,063$: per determinare β, suppose che l'origine dei tempi coincidesse col quinto giorno, in cui la portata è $0,116\ h$ e quindi: per $t = 0$:

$$p = 0,116\ h = \beta$$

onde la funzione proposta diventa:

$$p = 0,116\ h\ e^{-0,063\, t}$$

La quantità totale d'acqua, fornita da una pioggia d'altezza h al regime normale, sarà espressa dall'area della curva estesa all'infinito, e quindi:

$$\text{in litri-giorni } q = 1,84\ h$$

e, volendola esprimere in millimetri di pioggia:

$$q_h = 0,159\ h.$$

Estendendo quanto si è detto sopra a tutte le piogge dell'anno, ed

aggiungendo l'altezza di pioggia che fornisce la portata minima di 4 litri al 1", risulta che, essendo H l'altezza di pioggia totale che cade in un anno, quella parte che viene fornita al regime normale e che, secondo l'autore, deve essere lasciata defluire agli utenti inferiori, sarà espressa da:

$$Q_A = 0,159\ H + 126.$$

Ora, preso in considerazione un anno di siccità quale il 1894, in cui nel Gorzente, e quindi presumibilmente anche nell'Orba, la minima precipitazione scese a 1105 mm., da quanto sopra fu detto si ricava che di quei 1105 mm. solo 925 ne scorrono nella valle, e di questi 300 rappresentano la parte che va al regime normale del torrente: la differenza di 625 mm. è la parte di precipitazione che può essere tolta al torrente senza nuocere a questo ed agli interessi ad esso collegati, per essere invece destinata al nuovo acquedotto; la qual precipitazione corrisponde in cifra tonda ad un modulo di 20 litri al 1" per kmq. di bacino.

L'autore poi dimostra come, anche verificandosi delle siccità inferiori alla presupposta, il bacino potrebbe sempre fornire la portata dell'acquedotto. Infatti dal maggio 1895 all'aprile 1896 si ebbero solo 940 mm. di pioggia, i quali avrebbero dato un modulo di litri 8,7 al regime normale, e solo 18,5 all'acquedotto: egli infatti, basandosi sul concetto che la portata del regime normale varia da un minimo di 4 litri ad un massimo dieci volte maggiore, trova con considerazioni teoriche e pratiche (le prime dedotte dallo studio della curva esponenziale rappresentatrice dei decrescimenti delle portate, le seconde dai dati di portata massima, media e minima della carta idrografica, redatta con molta precisione per opera dell'Ufficio del macinato) che la portata realmente utilizzabile è di soli 6 litri, che egli si propone di restituire al torrente sotto forma di portata costante, e quindi anche nei casi di straordinaria siccità potranno defluire all'acquedotto i 20 litri sopra calcolati.

Non è a pensare che la utilizzazione di quest'acqua di piena possa essere fatta sul versante settentrionale, poichè per ottenere forza motrice, in causa della piccola pendenza della valle, sarebbero necessarie opere costose, non pari all'utile che se ne ritrarrebbe, e quindi nessuna opposizione potrà attendersi dagli utenti inferiori della valle.

Avuta la quantità d'acqua disponibile per unità di superficie del bacino, restava a determinare l'ampiezza di questo bacino, ossia il suo limite inferiore, il quale è legato da due condizioni: necessità di avere un valico verso il versante meridionale dell'Appennino senza dover

perforare gallerie eccessivamente lunghe, e possibilità di trovare luoghi adatti per stabilirvi grandi serbatoi d'acqua. Dallo studio della regione risultò essere alla quota 578 s. m. la curva di livello che delimita la parte inferiore del bacino, il quale per le convalli considerate verrebbe con ciò ad avere una superficie di 50 kmq. onde una portata di mc. 1,000 al 1" per l'acquedotto, e mc. 0, 300 per il torrente.

Un breve calcolo conduce poi a valutare la capacità di serbatoi necessaria. Premesso che il più lungo periodo di siccità si verificò per 110 giorni dal giugno al settembre 1894, che, dei 26 litri occorrenti per kmq. di bacino, 4 sono dati dalla minima portata, che i serbatoi non devono funzionare finchè la portata del regime normale non scende sotto i 22 litri, che infine per il 1894 la portata con cui ha origine il regime normale fu di 46 litri, cioè la funzione che esprime il decrescimento della portata è:

$$q = 46\, e^{-0,063t}\ ,$$

si ricava da questa equazione che la portata $q = 22$ si ha dopo 12 giorni. Sarà dunque dal 13° al 110° giorno, ossia per 98 giorni, che i serbatoi dovranno funzionare, e la quantità d'acqua necessaria sarà per ogni kmq. di bacino:

$$98 \times 0,022 \times 86400 = \text{mc. } 186\,000.$$

Quella fornita dal torrente sarà espressa dall'area della curva a cominciare dal punto in cui la portata è 22, cioè 30 000 mc. E quindi la capacità dei serbatoi deve essere 156 000 mc., o in cifra tonda 160 000 mc. per kmq. di bacino, e 8 milioni di mc. per i 50 kmq. di bacino preventivato.

Già si disse come non un solo serbatoio serva ad immagazzinare tutta quest'acqua, bensì tre, denominati, dalla località in cui si trovano, del *Rostiolo*, della *Baracca*, del *Pian di Rosto*, e della capacità rispettivamente di mc. 5 298 000, 2 300 000, 393 000. Il primo di essi raccoglie l'acqua del bacino dell'Orba e dell'Orbarina; il secondo del bacino della Baracca, il terzo di quello del Rosto (tav. 23, 24).

Ora ecco in qual modo dovrebbero funzionare i tre serbatoi. Il serbatoio del Pian del Rosto dà un'erogazione costante di mc. 0, 085 per 1" al torrente; i rimanenti mc. 0, 215 sono dati dal serbatoio Rostiolo, il quale fornisce anche l'acqua per l'acquedotto fino al 79.° giorno del periodo supposto: ma in tal giorno, secondo i calcoli fatti, il pelo d'acqua nel Rostiolo arriva al livello della bocca di presa dell'acquedotto, che non si trova sul fondo (tav. 25), e quindi cessa l'alimentazione a mezzo

del Rostiolo: allora la capacità inferiore di questo, compresa cioè fra la presa dell'acquedotto ed il fondo, continua ad erogare i 215 litri per il torrente, e la portata dell'acquedotto è presa in parte direttamente dall'Orba, e pel resto dal serbatoio Baracca, il quale quindi funziona per gli ultimi 31 giorni, cioè solo nelle annate rarissime di grande siccità. Come si vede, il mezzo per sopperire alle diverse necessità con più serbatoi in posizioni differenti è ben trovato; naturalmente richiederà un accordo rapido e perfetto tra i guardiani, ciò che si potrà facilmente ottenere con una comunicazione telefonica.

L'origine dell'acquedotto può dirsi sia all'Orbarina, dove una traversa sbarra il torrente, raccoglie le acque in un canale aperto e le versa al serbatoio Rostiolo.

Il serbatoio Rostiolo (tav. 23, 24) copre una superficie di mq. 326 000, e, con un'altezza di ritenuta di m. 48, ha una capacità di mc. 5 298 000, e la diga un volume di muratura di mc. 78 000, ossia un rapporto d'immagazzinamento di 68, superiore a quello di altri serbatoi costruiti in Italia e all'estero.

Ad esso affluisce l'acqua dell'Orba e il canale sovradetto proveniente dall'Orbarina; quando però il serbatoio, per essersi abbassato il suo pelo d'acqua, non alimenta più l'acquedotto, allora l'acqua dell'Orba è derivata mercè una piccola traversa a monte della diga e convogliata in un tubo di cemento, che corre lungo la falda del monte e va ad immettersi direttamente nell'acquedotto.

La diga ha una forma ad arco di cerchio, (tav. 24) impostandosi a guisa di volta contro gli speroni rocciosi del monte; la sua massima altezza dal piano di coronamento dei parapetti al fondo della valle è di m. 51, 50; la sezione trasversale, sulla cui resistenza si accennerà in seguito, ha una larghezza di m. 5, 00 in cresta, e m. 42, 70 al fondo, nel quale s'interna per circa tre metri per impostarsi sul terreno roccioso. A pochi metri sul fondo havvi lo scarico per restituire l'acqua al torrente, costituito da un tubo di ghisa di m. 0, 50 di diametro, che attraversa il massiccio della muratura; a metà altezza invece della diga e sulla sponda destra un tubo di ghisa del diametro di m. 1, 00 porta l'acqua in un pozzetto dal quale ha origine l'acquedotto. Sulla sponda sinistra poi e precisamente all'estremità della diga si distacca uno scaricatore di superficie, lungo m. 120, diviso in campate, chiuse da 120 paratoie di rovere, che devono essere aperte man mano che l'acqua nel serbatoio tende ad alzarsi: fu preferita tale disposizione ad un semplice sfioratore perchè l'altezza massima di ritenuta coincidesse colla normale.

Dal serbatoio Rostiolo al punto del versante meridionale, dove ha

luogo la prima utilizzazione di forza, l'acquedotto ha uno sviluppo di km. 19, 8, di cui km. 16, 15 in trincea e km. 3, 65 in sotterraneo. Le gallerie sono sei e la principale per il passaggio della cresta dell'Appennino è lunga m. 2530.

Il canale ha una sezione bagnata di m. 1, 50 × 1, 50, con pendenza del 0, 25 ‰ in trincea, e del 0, 60 ‰ in galleria: ivi poi è coperto da lastroni di pietra, sui quali possono camminare i pedoni e correre i vagoncini.

Lungo il suo percorso l'acquedotto incontra gli altri due serbatoi già accennati. Quello di Pian del Rosto (alla progr. 9000), che, come si disse, serve solo ad alimentare il torrente, ha una superficie di mq. 51 000, un'altezza di ritenuta di soli m. 20, una capacità di mc. 393 000 e un volume di muratura di mc. 6160. La diga ha quindi una importanza molto minore dell'altra sopradescritta: sua particolarità è di servire per attraversamento della valle all'acquedotto, ciò che si ottiene con un cunicolo a forte pendenza nello spessore stesso del muro.

Viene da ultimo alla progr. 11 000 circa il serbatoio Baracca, con una superficie di mq. 134 000, un'altezza di ritenuta di m. 48, una capacità di mc. 2 300 000, un volume di muratura di mc. 41 800, con un coefficente d'immagazzinamento quindi di 55: la diga per la sua forma planimetrica, sezione trasversale e dettagli dello sfioratore, è analoga a quella del Rostiolo; ma differente è il modo d'immissione dell'acqua nell'acquedotto. Questo, trovandosi ivi in galleria (attraversamento dell'Appennino), sottopassa la valle della Baracca ad una profondità di soli m. 32, 00; quindi si praticherebbe un pozzo, che, sboccando nella galleria stessa a m. 550 dall'imbocco verso Ovada, servirebbe per accedere in essa durante la costruzione e per contenere un tubo che, ricevendo l'acqua proveniente dallo scarico di fondo del serbatoio, la immetterebbe nell'acquedotto.

L'acquedotto arriva alla quota 575 s. m. ad una distanza di 5 km. da Voltri: non potendosi per la natura e la pendenza della valle utilizzare l'intera potenza con una sola caduta, fu necessario suddividerla in due, ciò che naturalmente implica una maggior spesa per la duplicità dell'impianto meccanico. Per diverse considerazioni, tra le quali quella di avere il minimo sviluppo di condotta forzata, la caduta venne divisa in una prima di m. 60 ed in una seconda di m. 465; in tal modo si ha una potenza relativamente piccola in località poco accessibile, che potrà essere distribuita elettricamente, mentre il grosso della forza sarà sviluppata a piccola distanza dall'abitato di Voltri, colla possibilità quindi di utilizzarla direttamente, senza andare incontro alla maggiore spesa e maggior perdita di un trasporto elettrico.

L'acqua proveniente dall'acquedotto principale entra in una condotta forzata lunga m. 138, costituita da due tubi contigui in acciaio, con diametro variabile da m. 1,00 a m. 0,80, e dà così moto alla stazione superiore, con una caduta utile, detratte le perdite di carico, di m. 58,07, ed una potenza di 581 cavalli effettivi.

Dalla stazione superiore alla inferiore, l'acqua corre per m. 1690 in un canale aperto, per entrare poi in una condotta forzata lunga m. 1470, formata da due tubi contigui con diametro variabile da m. 1,00 a m. 0,60 ed arriva così alla stazione generatrice inferiore: la caduta netta, dedotte le perdite di carico, essendo di m. 457,85, risulta una potenza di 4578 cavalli effettivi.

L'autore si preoccupò della variazione nel consumo della forza, specialmente se adibita ad uso di luce, di modo che si sarebbe dovuto sciupare inutilmente acqua nelle ore di minor consumo. La soluzione indicata dall'autore pel problema è quella di studiare i diagrammi del consumo della forza, che si ripetono pressochè uguali tutti i giorni, variando solo lentamente col cambiare delle stagioni, e seguire colla erogazione dai serbatoi l'andamento del diagramma, con una anticipazione però di circa 6 ore, quanto è il tempo che l'acqua impiega a compiere il percorso dell'acquedotto. Tale soluzione però, sebbene argutamente ideata, avrebbe lasciata scoperta l'eventualità di brusche variazioni nel carico, e l'autore quindi progettò in prossimità delle stazioni generatrici un piccolo serbatoio di compensazione, la cui capacità egli stabilì in 3000 mc.: l'acqua del canale aperto interposto fra le due stazioni passa in detto serbatoio, che ha forma circolare con m. 62,00 di diametro, e una superficie di mq. 3000.

Per la creazione della forza motrice, salvo le possibili variazioni dipendenti dal diverso modo di utilizzazione della forza stessa, sono per ora progettate 10 ruote Pelton da 1000 cavalli ognuna, ritenendo l'autore tali ruote le più convenienti per un'altezza di caduta rilevante: esse sono disposte in modo da poter comandare direttamente due dinamo accoppiate.

La relazione di questo progetto, ora così sommariamente esposto, è corredata da studi particolareggiati e calcoli, fra i quali meritano principale attenzione quelli per la stabilità delle dighe dei serbatoi. L'autore si ritiene sicuro della loro stabilità, non ostante la rilevante altezza di ritenuta, perchè di piccola lunghezza, foggiate ad arco di circolo, ed impostate sopra sproni rocciosi della valle di indubbia solidità. Il loro calcolo venne però eseguito supponendo che alla spinta dell'acqua dovesse resistere il solo peso del muro. L'autore, richiamate e

discusse le varie ipotesi messe innanzi sulla ripartizione delle pressioni nelle sezioni dei muri, e riconosciuta come più plausibile la legge del trapezio, stabilisce di non dover assoggettare la muratura a sforzi di tensione, che furono sempre le principali e forse uniche cause delle rotture delle grandi dighe di sbarramento; stabilisce inoltre che gli sforzi di compressione non debbano superare i 7 kg. per cmq., quantunque la roccia di cui si preventiva composta la muratura, costituita da serpentini e diabasi, sia resistentissima, giacchè, cimentata alla compressione, si riscontrarono dei carichi di rottura di più di 1600 kg. per cmq. Il calcolo del muro è eseguito per tronchi successivi compresi tra piani orizzontali, distanti m. 2, 00 l'uno dall'altro, e la sezione che ne risulta, quale appare nella fig. 4 colle relative linee delle pressioni a serbatoio pieno e vuoto, venne dall'autore confrontata, per ciò che riguarda forma, area, resistenza, con quelle delle più importanti dighe costruite in Italia e all'estero; e dal confronto risulta che il tipo proposto è tale da assicurare la stabilità a garanzia delle popolazioni abitanti nelle valli sottoposte.

Sorvolando sui calcoli delle sezioni dei canali, degli sfioratori, ecc., che presentano minore interesse, perchè di carattere comune, converrà fare un cenno sul calcolo della condotta forzata, che è progettata in modo da ottenere il massimo tornaconto. Infatti la spesa d'impianto sarà tanto minore quanto minore è il peso e quindi il diametro dei tubi; ma, diminuendo questo, aumenta la perdita di carico, e quindi la potenza che vien perduta, che, anch'essa, rappresenta un certo capitale. Ora la condizione del massimo tornaconto si verifica quando sia minima la somma di due spese, di quella cioè per l'impianto della condotta, e del capitale corrispondente al reddito annuo della potenza che va perduta. Espressa quindi la prima spesa in funzione del peso, che dipende alla sua volta dal diametro e dalla pressione interna, e la seconda valutando a 200 lire annue il costo del cavallo, e capitalizzandolo al 10 %, la condizione desiderata del massimo tornaconto si verificherà uguagliando a zero la derivata delle due spese rispetto all'incognita diametro: da tale calcolo l'autore ricava la formula:

$$D^7 = 106 \cdot \frac{Q^3}{h}$$

essendo D il diametro, Q la portata ed h l'altezza di carico; e cioè, a parità di portata, il diametro va diminuendo col crescere della pressione: nel caso considerato venne assunto come massimo diametro all'origine m. 1,00 (teoricamente dovrebbe essere infinito) facendolo variare dapprima di 5 cm., poi di 2 e poi di 1 cm. per tratta, avendosi

6 variazioni nella condotta superiore, che arriva ad un diametro di m. 0,80 e 23 nella inferiore che ha un diametro minimo di m. 0,60. Ciò supponendo la portata di 1 mc.; se questa dovesse essere invece di 2 mc., il tornaconto porta di aggiungere un terzo tubo, avendosi naturalmente una maggior perdita di carico.

Degno di considerazione infine è il modo con cui si provvede ad ottenere delle malte buone e resistenti; la regione non si presta affatto a fornire sabbia; il trasporto di questa da altre località sarebbe riuscito assai dispendioso: unico mezzo quindi ottenerla dalle rocce stesse in posto rotte a mezzo di frantoi e granulatori; data poi la possibilità di ottenere con questi delle sabbie con granelli delle volute dimensioni, si trova anche il modo di diminuire la quantità del materiale cementante, costoso per il suo trasporto, senza con ciò menomare la resistenza della malta.

Per questo l'autore si valse degli studii dell'ing. Feret, il quale determinò le dimensioni dei granuli della sabbia per avere la massima compattezza della malta, e diede all'uopo i seguenti precetti.

Si devono preparare due qualità di sabbia, la più grossa passante per uno staccio di 4 maglie per cmq., e trattenuta da uno di 36; la più fina passante da uno staccio di 324 maglie per cmq. e mescolarle poi nella proporzione di 0,6 della grossa e 0,4 della fina: siccome poi la seconda è paragonabile per la sua finezza alla calce o cemento in polvere, così è chiaro che si avrà una malta compatta, unendo 0,6 di sabbia grossa con 0,4 di materiale cementante: ma, ottenendosi in tal modo una malta grassa e quindi costosa, l'autore trovò una miscela di:

0,6 sabbia grossa
0,25 » fina
0,15 materiale cementante

che dà una malta resistentissima; fatta con cemento di Casale, dopo 25 giorni di presa, presentò una resistenza di 300 kg. per cmq.

Con tale tipo di malta e con pietrame scavato sul luogo, dovrebbero essere composte le murature per le dighe e per le altre opere minori.

Chiude la relazione un'analisi dei prezzi ed un dettagliato preventivo di costo, che sembra poggiato su criterii saggi, tali da potersi presumere prossimo al vero. Esso ammonta a L. 4 222 000; della qual somma una metà quasi spetta alla costruzione delle dighe, una quarta parte circa a quella dell'acquedotto all'aperto e in galleria; la rimanente parte comprende le spese per espropriazioni ed indennizzi a terzi, ponti, strade ed opere accessorie, condotte forzate, stazioni idrauliche e motori, imprevisti e sorveglianza.

Dai dati suesposti risulta un costo capitale di 818 lire per ogni cavallo effettivo dato per 24 ore al giorno, e quindi un costo annuo di 82 lire, ritenendo l'autore sufficiente un tasso del 10 $^0/_0$ per interesse, ammortamento, spese d'esercizio, ecc., costo che si ridurrebbe a poco più della metà nel caso dell'utilizzazione dell'acqua per sole 12 ore al giorno: e contrapponendovi quella attuale della regione per forza ottenuta con macchine a vapore, si avrebbe un risparmio di L. 118 per ogni cavallo.

Non si vuole quì dare un giudizio del lavoro dell'ing. Zunini; arduo sarebbe per chi non conosce le località considerate; certamente il progetto, per la parte costruttiva, non è ancora tale da poter essere senz'altro eseguito, e cogli studii di dettaglio, alcune parti potranno essere meglio sviluppate, ed in relazione potrà il preventivo acquistare una maggiore probabilità di esattezza. Ma, se qualche cosa può mancare ancora alla parte costruttiva, è certo che due argomenti molto importanti sono completamente e sufficientemente studiati, quello cioè della potenzialità del bacino e quello della stabilità delle dighe; che, se altre osservazioni intende fare l'autore sul regime delle piogge e dei torrenti, se da una parte costituiranno un utile materiale per l'avvenire dell'acquedotto, d'altra parte non potranno che confermare le deduzioni già ricavate dall'autore con questo studio. Va quindi fatta lode a lui, che con un materiale relativamente esiguo abbia potuto sviluppare un argomento così difficile, ed è da augurare che l'opera da lui ideata, interessante per gli ingegneri idrotecnici e costruttori, ed utile per gli industriali della regione, possa essere quanto prima eseguita.

Ing. Darvino Salmojraghi.

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

Il Congresso di Stoccolma per le prove sui materiali. — Il congresso di Stoccolma fu organizzato dall'Associazione internazionale per le prove dei materiali i cui statuti hanno la data della Conferenza di Zurigo (1895) la quale fu la quinta riunione internazionale dopo quella del 1884 di Monaco.

Durante la conferenza di Zurigo sotto la presidenza del compianto Professore Bauschinger si era presa la determinazione di riunirsi a Stoccolma nel 1897 prima del Congresso di Parigi che avrà luogo nel 1900.

Solo dopo la conferenza di Zurigo le conferenze internazionali assunsero l'importanza di congressi, grazie all'adesione della Francia, dell'Inghilterra e degli Stati Uniti di America.

L'Associazione Internazionale conta attualmente 1500 membri e il comitato direttivo è attualmente composto di 8 soci sotto la presidenza del Prof. Tetmayer di Zurigo.

Il programma del Congresso fu studiato dal comitato direttivo e completato dal comitato locale svedese per quello che riguardava escursioni, banchetti, ecc.

La società degli Ingegneri di Cristiania rese facili le escursioni in Norvegia dei Congressisti.

I membri del Congresso furono 140 rappresentanti di 19 paesi diversi. Il professore Tetmayer il quale presentò il rapporto dei lavori del comitato direttivo dal 1895 al 1897 fu nominato presidente del Congresso e presidente dell'Associazione Internazionale per il periodo di tempo dall'attuale Congresso al Congresso di Parigi.

Nelle tre assemblee si trattò dei metalli, delle pietre e dei materiali cementanti. J. Osmond tenne una conferenza sulla Metallografia microscopica considerata come metodo di prova. L'ingegnere in capo delle Ferrovie Parigi-Orleans presentò un rapporto sulla commissione per il ravvicinamento delle determinazioni prese nelle conferenze di Monaco, Dresda, Berlino, Vienna, Zurigo e le conclusioni della Commissione nazionale francese per i metodi di assaggio dei materiali da costruzione.

Un altro rapporto presentato riguardava il problema della ricerca delle vie e mezzi per introdurre delle prescrizioni internazionali uniformi onde determinare la qualità dei metodi di prova e il modo di ricevimento di ferri e acciai di ogni qualità.

In seguito a quest'ultimo rapporto vennero nominate due commissioni una per proporre le condizioni tecniche internazionali basate sulle condizioni imposte attualmente nei diversi paesi e l'altra per studiare i nuovi modi di ricevimento del ferro e dell'acciaio.

La seconda commissione dovrà studiare anche la questione del piegamento del ferro come metodo di prova secondo i lavori del generale russo Korobscoff.

In seguito al rapporto del Prof. Wedding-Berlon celebre chimico tedesco presidente di una commissione internazionale si deliberò di fondare a Zurigo un laboratorio sidero-chimico allo scopo della unificazione dei metodi delle analisi chimiche. Alla spesa d'impianto concorreranno le officine dei diversi paesi.

Un vivo scambio di opinioni fu suscitato da una relazione di Michaelis-Berlon sull'indurimento delle calci.

Senza entrare per ora in dettagli bastano queste poche notizie per dare un'idea dell'interesse presentato da tale Congresso, senza contare l'attrattiva delle escursioni e dell'esposizione di Stoccolma.

Esperienze fatte a Nuova York sulla resistenza delle colonne *(Génie Civil)*. — La macchina impiegata per le prove fu quella delle Officine della Phœnix Bridge Co. a Phoenixville. L'esattezza dei risultati è garantita da un confronto fatto delle indicazioni di questa macchina con quelle fornite in eguali condizioni da quella di Emery dell'Arsenale degli Stati Uniti a Watertown.

Gli sforzi si misuravano per mezzo di uno strumento a colonna di mercurio che dava addirittura lo sforzo espresso in libbre per pollice quadrato.

Le colonne sperimentate furono 10, e le loro dimensioni erano per 6 lunghezza m. 4,83 diametro mm. 381, spessore da mm. 25,4 a mm. 30,1; per 2 lunghezza m. 4,06 e diametro mm. 203. Infine le ultime due erano di 3,048 di lunghezza per 152 mm. di diametro.

I risultati degli esperimenti sono:

La prima colonna sperimentata si ruppe bruscamente in 10 pezzi sotto un carico totale di 615 tonn. ciò che equivale ad un carico unitario di 2158 Kg. per centimetro quadrato. La zona di rottura cominciava a circa m. 1,02 dalla base inferiore. La grana della ghisa era media. Le screpolature e le soffiature erano numerose, in un certo punto esse producevano una diminuzione che doveva necessariamente condurre alla rottura. In un'altra sezione di rottura però il metallo era perfettamente sano.

La seconda colonna sotto un carico totale di 603 tonn. pari a Kg. 1939 per cmq. si ruppe in un gran numero di piccoli pezzi vicino alla base.

La ghisa era a grana media ed omogenea. La rottura smascherò una quantità considerevole di screpolature di fusione.

La terza colonna si ruppe al carico totale di 543,4 tonn. che corrisponde a Kg. 1743 per cmq. Il metallo presentava un aspetto rugoso ma omogeneo.

La quarta colonna si ruppe col carico totale di 565 tonn. che corrisponde all'unitario di Kg. 1764. Il metallo era un po' rugoso a metà spessore e più fino alla superficie. Si trovarono nella ghisa delle scorie e due forti screpolature di fusione una delle quali lunga 127 mm. si estendeva all'interno della colonna e occupava press'a poco metà dello spessore del metallo. La colonna si ruppe in 15 frammenti e le superfice di rottura offrivano all'occhio delle cavità riempite di scorie e soffiature verso la metà della colonna. Piccole cavità (criques) furono scoperte nella parte superiore.

La quinta colonna si ruppe in 14 pezzi col carico totale di Kg. 740 000 e unitario di Kg. 2247 La rottura si verificò verso il collare inferiore della colonna. La flessione permanente fu di 59 mm. su una lunghezza di m. 2,514. Nella base si trovarono parecchie fessure. La ghisa era a grana fina e omogenea ove non c'erano fenditure.

La sesta colonna resistè bene al carico di 922 tonn. cioè Kg. 2828 per cmq. e non si potè andare più in là essendo questo il massimo sforzo ottenibile colla macchina a provare la resistenza dei materiali. La freccia permanente fu di 20, 6 millimetri su una lunghezza di m. 2, 565.

La settima colonna si ruppe in 6 pezzi sotto un carico di 295 tonn. pari a Kg. 2233 per cmq.

La rottura si ebbe in mezzo alla colonna e alle estremità. Qui si può con sicurezza asserire che la rottura avvenne sotto l'influenza della semplice flessione mentre nelle colonne più grosse si constatarono delle rotture dovute a sforzi taglianti.

L'ottava colonna si ruppe in 8 pezzi nel mezzo e alle due estremità sotto uno sforzo di 278 tonn. (1876 Kg. per cmq.) Il metallo era a grana fissa omogeneo e senza difetti.

La nona colonna a grana media e senza difetti si ruppe in 4 pezzi sotto un carico di 181, 44 tonn. (1589 Kg. per cmq.).

L'ultima colonna sperimentata si ruppe col carico di 206, 48 t (1841 Kg. per cmq). e anche qui non si osservarono segni di rottura dovuti a sforzo tagliante.

Due delle colonne del diametro esterno di 381 mm. la terza e la quarta provenivano dalla demolizione del *Ireland Building* avvenuta nell' agosto 1895. Le altre quattro erano state fabbricate secondo le indicazioni fornite dal *Department of Building* di Nuova York. Tutte le colonne soddisfacevano alle condizioni legali che impongono ch' esse sieno calcolate colla formula Gordon e che il carico di sicurezza sia $^1/_5$ di quello di rottura.

Applicando tale formula

$$S = 0,07 - A \frac{80\,000}{1 + \frac{l^2}{400\,d^2}}$$

dove S rappresenta il carico di rottura in Kg., A la sezione in centimetri quadrati, l la lunghezza della colonna in metri e d il diametro pure in metri, alle nostre colonne, si otterrebbe :

per il diametro	0, 381	e la lunghezza	4, 826	S = 4000 A
»	0, 203	»	4, 064	S = 2800 A
»	0, 152	»	3, 048	S = 2800 A

Cioè la colonna più grossa dovrebbe rompersi a Kg. 4000 per cmq. mentre in realtà lo sforzo di rottura variava da Kg. 1743 a Kg. 2828 per cmq. Per le colonne di diametro minore otteniamo qualcosa di analogo. Ne viene come conseguenza che il carico di sicurezza imposto dalla condizione legale e del quinto dello sforzo di rottura dato dalla formula Gordon per la ghisa viene in realtà ad essere un po' maggiore della metà.

La forza assorbita dalle piccole pompe a vapore dette cavallini di alimentazione delle caldaie, dai condensatori e dalle pompe. — Il Sig. Compère in una sua comunicazione alla Société des Ingénieurs Civils de France espose i risultati di alcune esperienze da lui fatte per valutare il consumo delle macchine che servono per l'alimentazione delle caldaie, per la condensazione e per diversi altri usi. Il Compère fu colpito dai consumi talvolta esagerati di queste macchine.

Tale consumo va a gravare sulla economia di una istallazione generale ed è

in piena contraddizione colle esigenze giustificate dell'industria che si preoccupa di più in più di non usare che macchine molto economiche.

Questo fatto risulta da esperienze e Compère cita degli esempi i quali possono servire d'insegnamento per installazioni future.

Per i piccoli motori a vapore accoppiati direttamente alle pompe in quegli apparecchi ordinariamente chiamati cavallini alimentari che si usano per rifornire l'acqua alle caldaie si misura il consumo di energia condensando il vapore di scarico e pesando l'acqua ottenuta.

In parecchie riprese si trovò che il consumo del cavallino è il 5–10 % del peso di vapore prodotto dalla caldaia. Però Schmidt e Walther-Meunier trovarono anche dei consumi ammontanti al 27–45 % in pompe alimentari installate meno bene. Il consumo di vapore in questi apparecchi varia d'altronde dai 130 ai 200 chilogrammi per cavallo valutato in acqua alimentata.

Per gli apparecchi di condensazione Compère riferisce che l'adozione dei motori a gran velocità nelle installazioni elettriche richiede il condensatore indipendente; condensatore che può essere mosso da una cigna oppure da un motore elettrico oppure da un motore a vapore accoppiato direttamente.

I condensatori a vapore sono i più diffusi e il consumo loro non è affatto trascurabile quantunque questi stessi motori funzionino con condensatore.

Compère trovò in una esperienza che un motore con condensatore separato consumava di più quando funzionava col condensatore che non quando funzionava a scappamento libero. E precisamente dalle sue esperienze risultò un consumo di Kg. 17,82 di vapore per cavallo indicato con condensazione e di Kg. 14,12 senza condensazione. In un'altra esperienza egli condensò il vapore di scarico del motore a vapore che comandava il condensatore e trovò ch'esso rappresentava il 27 % del consumo del motore principale.

Il consumo di energia delle pompe secondo una serie di esperienze fatte da Walther Meunier su una pompa Tangye la quale forniva un lavoro di soli 11-14 Kgm. risultò essere rappresentato da 370-480 Kg. di vapore per ogni cavallo valutato in acqua. Per motori più importanti di 19 HP e 6 $^1/_2$ HP si trovò rispettivamente il consumo di vapore per cavallo in acqua sollevata rispettivamente di 69,66 Kg. e 101,71 Kg.

Alcune esperienze di Compère fatte in una installazione privata di illuminazione elettrica a Parigi comprendente 3 macchine Willans di 100 HP e una di 75 HP con due condensatori a motore a vapore separato e due pompe destinate a sollevare l'acqua dal pozzo per la condensazione e altri servizi mostrarono che il consumo di vapore per i servizi accessori si elevava all'82 % e al 73 % del consumo nel motore secondo che si marciava a pieno oppure a metà carico.

Concludendo, Compère consiglia di comandare tutti i servizi accessori mediante cigna, mai con piccolo motore a vapore indipendente. Quando s'incontrassero delle difficoltà nel trasmettere il movimento con cigna si può vantaggiosamente ricorrere ai motori elettrici.

Trasporto di una casa in muratura. — Si tratta di una casa di abitazione di m. 12,20 per 10,80 esistente a Aschaffenburg in Baviera. Essa era composta di cantine, di pian terreno, di un piano e di abbaini. Le fondazioni di gneiss erano dello spessore di m. 1,20, i muri erano di uno spessore medio di 0,50. Poichè i muri interni di separazione si appoggiavano in parte sulle volte della cantina la di cui portata era di 3,40, occorse decidersi a trasportare anche queste volte, ciò

che complicò alquanto la questione. Il peso totale dell'edificio può valutarsi a circa 750 000 Kg.

Alla nascenza delle volte si praticarono dei fori pei quali si fecero passare dei ferri che servirono a stabilire un'impalcatura sotto la casa. Quest'impalcatura doveva scivolare su dei rulli di ferro.

Tutto l'edificio fu sollevato di 10 cm. per mezzo di 156 verricelli: nello stesso tempo si costruiva la strada sulla quale l'edificio doveva scorrere con una pendenza di $^1/_{100}$ su 111,20 metri di lunghezza dovendo il livello definitivo della casa essere sopraelevato di m. 1,20.

Il trasporto si effettuò in modo molto soddisfacente senza che neppure un vetro fosse rotto. La casa era spinta da 6 verricelli molto potenti e si avanzava di 9-10 metri per giorno.

L'operazione costò 12 500 franchi mentre la demolizione e ricostruzione sarebbe costata 24 600 franchi senza contare che col trasporto si realizzò una notevole economia di tempo.

Termometro acustico per temperature basse ed elevate di G. Quincke. — Per ovviare alle difficoltà che nella misura delle alte temperature si presentano con i comuni pirometri e con le coppie termoelettriche, il Quincke ha adoperato un metodo acustico, che consiste nel misurare la velocità di propagazione di un suono nell'aria.

L'apparecchio usato dal Quincke consiste in due tubi diritti, cioè di un largo tubo a interferenza e di un piccolo tubo che va all'orecchio. Il tubo a interferenza, lungo da 40 a 150 cm., e del diametro da 1 a 5 cm., è chiuso ad un'estremità. In questo tubo scorre quello che deve guidare il suono all'orecchio, e che è aperto alle due estremità; esso è di vetro o di metallo o di altro materiale refrattario, è lungo 1 a 2 m., ha il diametro interno di 4 a 6 mm., e le pareti dello spessore di 0,75 a 1,5 mm. L'estremità libera è unita a un tubo di caucciù (lungo 120 cm. di 5 mm. di diametro interno, e colle pareti dello spessore di 2 mm.) che si tiene aderente all'orecchio.

L'estremità aperta della cassa di risonanza di un diapason si tiene rivolta all'imboccatura del tubo a interferenza, nel quale è introdotto quanto è possibile il tubo che va all'orecchio; e poi si estrae lentamente questo tubo, misurando la lunghezza a della colonna d'aria che è compresa fra il fondo del tubo a interferenza e l'estremità del tubo che va all'orecchio. L'intensità del suono passa per un massimo, per un minimo, per un massimo ecc., quando la lunghezza a corrisponde a 0, 1, 2, 3 ecc. quarti di lunghezza d'onda della nota adoperata.

Ora è noto che se indichiamo con λ e λ_0 le lunghezze d'onda e con b e b_0 le velocità di propagazione del suono dovuto ad n vibrazioni al secondo per le temperature t e 0^0, si ha:

$$n\,\lambda = b = b_0 \sqrt{1 + \alpha\, t}$$

$$n\,\lambda_0 = b_0,$$

ove $\alpha = {}^1/_{273}$. Dividendo membro a membro:

$$\frac{\lambda^2}{\lambda^2_0} = \frac{b^2}{b^2_0} = 1 + \alpha\, t. \qquad (1)$$

Facendo uso dell'apparecchio sopra descritto, se a e a_0 sono le lunghezze della

colonna d'aria che corrispondono a un medesimo massimo o a un medesimo minimo del suono alla temperatura t e alla temperatura 0°, avremo $\frac{a^2}{a_0^2} = \frac{\lambda^2}{\lambda_0^2}$ e quindi dalla (1) si ottiene

$$t = \frac{a^2 - a_0^2}{a^2}\, 273,$$

ed anche, approssimativamente:

$$t = (a - a_0)\,\frac{546}{a_0}. \qquad (2)$$

Ma il valore di a_0 è circa 546 mm. per la mezza lunghezza d'onda di un suono, che è dovuto a 300 vibrazioni al secondo; per una tal nota si ha dunque

$$t = a - a_0;$$

cioè, la differenza $a - a_0$ fra i valori di a corrispondenti a due temperature t e t_0, espressa in millimetri, dà in gradi centigradi la differenza $t - t_0$ tra le temperature della colonna d'aria.

Per l'applicabilità della (2) si richiede che la temperatura della colonna d'aria nel tubo a interferenza sia la stessa in tutto il tratto cui si riferiscono a e a_0.

Questo metodo acustico è stato trovato adoperabile con sufficiente precisione per temperature comprese fra 100 e 750°; come risulta dalle tabelle che riassumono le esperienze eseguite dal Quincke pel confronto di questo termometro acustico con una coppia termoelettrica platino-platinorodio.

A.° STEFANINI.

ALFREDO COTTRAU.

Il nostro Giornale ha perduto in **ALFREDO COTTRAU** uno dei suoi collaboratori più illustri ed uno dei più affezionati amici.

Mente versatilissima, spirito moderno egli sapeva affrontare con pari gagliardia le più ardue questioni tecniche e le più complesse questioni economiche ed il suo nome correva stimato nel mondo dei pensatori e dei lavoratori d'Italia e dell'estero.

Diremo del Cottrau con maggior diffusione in un prossimo fascicolo del Giornale. Oggi riverenti e commossi per la sua dipartita ci inchiniamo alla memoria di lui che rimarrà viva ed onorata finchè il culto del lavoro e dell'ingegno esisteranno quaggiù.

LA REDAZIONE.

Tipografia e Litografia degli Ingegneri. Ing. C. SALDINI, Gerente.

Redazione ed Amministrazione, Via Unione, 9 — **MILANO**.

ANNO XLVI

IL POLITECNICO

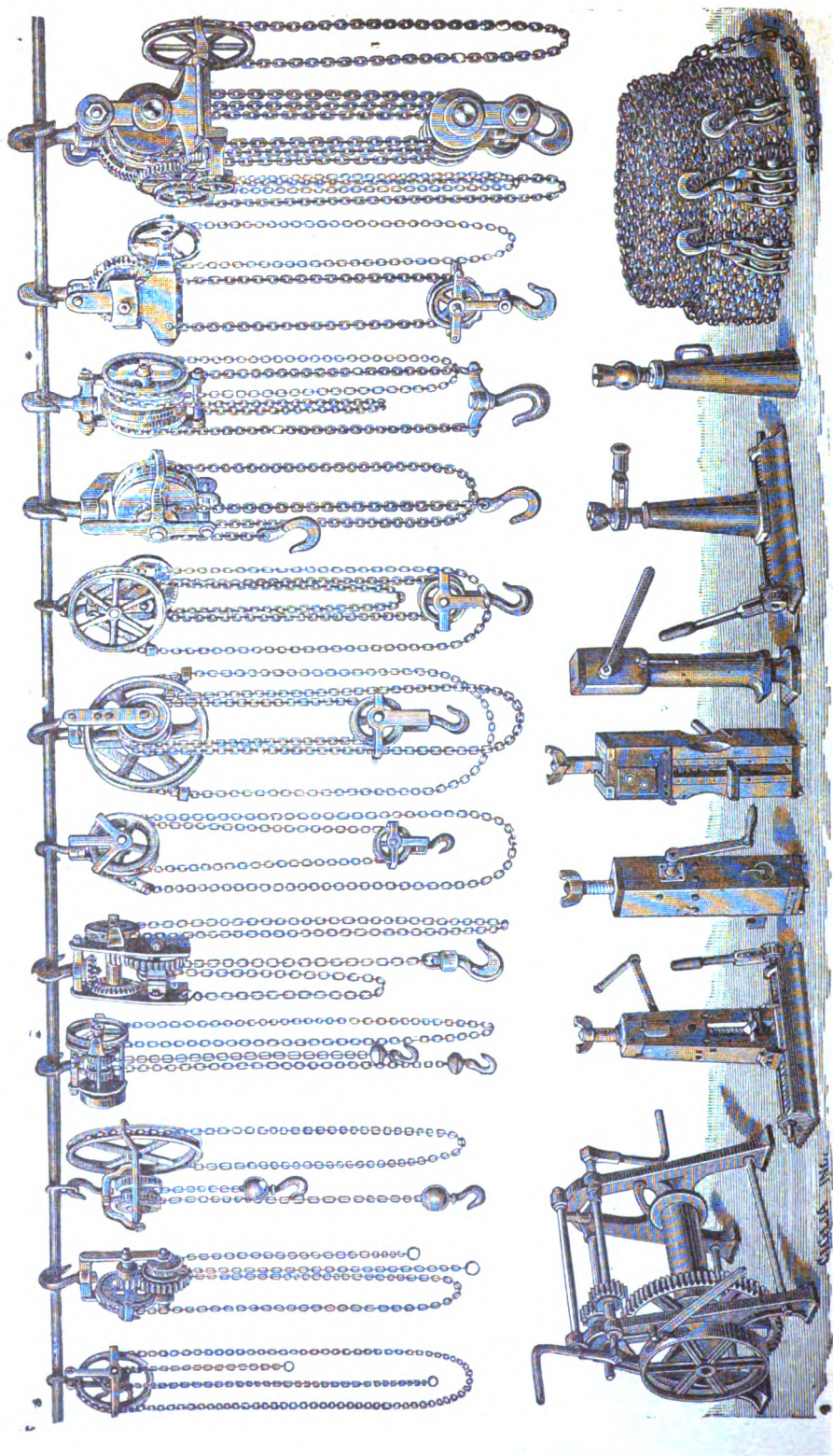
GIORNALE

DELL'INGEGNERE ARCHITETTO CIVILE ED INDUSTRIALE

Giugno 1898

SOMMARIO.

Colle Tavole 24, 25, 26, un ritratto e tre figure intercalate nel testo.

MILANO
Tipografia e Litografia degli Ingegneri
9 — Via Unione — 9
1898

NOTE SULLA LAMPADA AD ARCO

Brevetto FERRARIO.

Gli elementi di superiorità della illuminazione elettrica, che quì è inutile ricordare, in confronto a qualunque altro sistema sono tali che da qualche lustro più non si discute neppure sulla scelta della sorgente di luce, passando sopra anche ad una maggiore spesa, specie nei nuovi impianti di qualsiasi natura e portata. Ma accadde anche stavolta quello che quasi sempre avviene per ogni cosa nuova, la cui introduzione sulle prime è accolta con plauso ed entusiasmo anche oltre i limiti del ragionevole, mentre seguono, logica e non sempre giusta reazione, lo scontento, la disillusione, perfino il rimpianto di ciò che si era proscritto come antiquato. A questa legge non poteva sfuggire l' illuminazione elettrica, in ragione anche dei rapidissimi suoi progressi e della soverchia aspettativa destata, sopratutto in quanto risguarda il rendimento di luce ed il relativo costo unitario; si aggiunga poi il crescente grado della incontentabilità generale, natural conseguenza dello straordinario avanzamento d'ogni ramo delle scienze fisiche e delle tecnologie industriali, per cui si è oggi portati a giudicare di lieve momento un progresso, che solo 20 o 30 anni fa sarebbe parso straordinario.

L'esercizio continuo della luce elettrica, non sempre sorretto da rigida teoria ed oculata pratica, doveva produrre inconvenienti non lievi in linea di funzione e di costo, che gl' insoddisfatti ed incompetenti facilmente attribuiscono chi al genere di luce, chi alla sua sorgente, chi alle lampade impiegate ecc. Ora tali difetti possono provenire da due cause, cioè o da mal condotto esercizio o da effettiva deficienza degli apparati. Difatti troppo spesso avviene che la luce delle lampade ad incandescenza, splendida sul principio, vada man mano offuscandosi sino a ridursi meschina od a cessare affatto; il che dipende in generale, com'è noto, dell'aumentata resistenza dei filamenti col crescere delle ore di accensione, e si risolve od in decremento continuo del potere luminoso od in aumento di energia sempre crescente, necessario per ottenere l' egual effetto di luce; col che si anticipa di molto, si precipita anzi la totale estinzione.

Ed è pur vero che nelle lampade elettriche in questi ultimi tempi ebbe a portare gl'inevitabili e non sempre buoni effetti la concorrenza industriale, anzi commerciale, che ormai domina sovrana in ogni paese e produzione, con scapito maggiore o minore della bontà intrinseca dei prodotti, del rendimento e durata loro.

Di più la lampada ad incandescenza per la sua semplicità ed assenza di manutenzione passò presto in uso comune anche nel ceto digiuno affatto di cose elettriche, divenendo così *articolo corrente*, suscettibile della massima concorrenza di fabbricazione e vendita.

La lampada ad arco invece, colla quale assai prima dell'altra si aprirono gli orizzonti della luce elettrica, si mantenne fino ai nostri giorni al di fuori di questa corrente livellatrice; basta perciò vedere i cataloghi delle pochissime potenti e classiche Case produttrici, specialmente inglesi ed americane. Eppure questo maggior primo costo non ha trattenuto gli industriali, i Comuni, le Ferrovie ecc. dall'impiegare largamente la lampada ad arco, avendo pur sempre questa elementi di superiorità sull'altro tipo dove appena possa essere applicabile; talchè presto l'incandescenza dovette limitarsi agli ambienti chiusi di piccola capacità, ben più conveniente essendo per quelli medi o vasti la lampada ad arco, sopratutto se migliorata in qualità, costo e consumo.

È noto infatti che per avere un effetto utile di 1000 candele circa con una lampada ad arco si richiedono da 300 a 400 Watts per ora, mentre ne occorrono da 3200 a 3500 almeno per conseguire l'egual effetto con buone lampade ad incandescenza; cioè a pari intensità luminosa prodotta, date speciali condizioni dell'arco e di utilizzazione della luce, l'illuminazione ad incandescenza costa otto a nove più di quella ad arco. Si aggiunge che, a parità di rendimento in luce, il maggior primo costo dell'arco è su per giù compensato dalle maggiori spese che esige un equivalente impianto frazionato di lampade ad incandescenza.

Per qual ragione dunque la lampada ad arco non ottenne ancora un'applicazione universale (astrazione fatta dalle vie, piazze pubbliche e grandi ambienti), pur in molti casi in cui la prima si potrebbe adottare con assai più tenue spesa d'esercizio? Il sensibile costo iniziale è già un ostacolo, ma, come vedemmo, più apparente che reale; un'altro forse più serio, principal causa anzi del primo, è che per la regolazione dell'arco finora si ricorse sempre a meccanismi, più o meno complessi e delicati, tali da richiedere un personale specialista per la loro manutenzione ed assidua vigilanza, nonchè officine speciali di riparazione quali occorrono trattandosi di un movimento d'orologeria, che, per quanto perfetto, dev'essere trattato da mano esperta con certi riguardi, se si vuole che funzioni bene.

Era prevedibile quindi che gli sforzi degli elettricisti convergessero alla soluzione del problema, essenzialmente pratico, di creare una lampada ad arco la più semplice possibile, riducendo al minimo od eliminando, meglio ancora, ogni organismo complesso, col che si diminuissero di molto il costo e la spesa d'esercizio. Da qualche tempo infatti assistemmo ad una vera invasione di numerosi tipi di lampade lanciate sul mercato, specialmente dalla Germania, nelle quali però la questione del prezzo di concorrenza preoccupò inventori e costruttori assai più e prima della bontà intrinseca: l'inesorabile giudizio dei pratici non poteva essere favorevole dopo un certo tempo di prova a tentativi di simil genere, risultando tosto illusoria la vantata economia di tali concorrenti, per lo più mal concepite e costrutte in confronto delle *marche classiche* (passi la frase mercantile) del genere.

Ma una nuova classe di lampade ad arco si presenta ora sotto buoni auspicii e con reali elementi di progresso, quelle cioè nel vuoto, che presero molta diffusione, specie nel Nord America, in questi ultimi tempi; a tale categoria appartiene la nuova lampada *Ferrario*, almeno nella forma ultima in cui di preferenza ora viene presentata. Evidenti sono i vantaggi della combustione dei carboni nel vuoto: essa avviene assai più regolare e lenta, ad arco più lungo e costante; resta escluso ogni pericolo d'incendio perchè il doppio globo chiuso, in cui l'arco è acceso, non lascia sfuggire scintille ed impedisce che il vento ne disturbi la regolare funzione; il ricambio dei carboni essendo ritardato da 10 a 120 e più ore, si ha un risparmio, oltre che nel consumo dei carboni stessi, nelle spese di manutenzione, pulizia ecc. Di più l'arco lungo (circa 10 mill. per corrente continua e 20 per l'alternata) produce una curva luminosa di base molto più ampia della massima che può dare a parità di consumo una delle migliori lampade ad arco breve. Le lampade nel vuoto poi si possono montare direttamente in derivazione, mentre fin quì si montavano le altre due a due in serie per utilizzare convenientemente la tensione normale per la incandescenza (110 a 120 *volts*), il che permise di eliminare il differenzialismo dei due rocchetti, condizione invece quasi necessaria per mettere lampade in serie.

Venendo ora a descrivere nei suoi particolari la lampada *Ferrario*, diremo anzitutto che l'inventore ed i costruttori nulla mutarono del suo organismo essenziale e caratteristico, passando dal primitivo tipo *a corrente continua*, *ad arco libero ed a consumo ridotto di carboni* al secondo ed ora meglio indicato e conveniente, cioè *a corrente continua od alternata*, *ad arco funzionante in atmosfera poverissima o priva d'ossigeno ed a consumo ridotto di carbone.*

Le lampade della prima categoria sono a *fuoco fisso*, per durata sino

a 30 ore da 3 a 15 *ampères* alla tensione di 50 *volt*, col consumo orario dei carboni di circa 24 mill., scarto compreso, il che rappresenta già quasi il 50 per $^0/_0$ di economia in confronto delle buone lampade ad arco libero di uso comune.

Le lampade della seconda categoria sono a fuoco mobile e presentano due varianti secondo che destinate a funzionare sotto *corrente continua* o sotto *corrente alternata*; nel primo caso hanno durata da 70 a 130 ore e più per ogni paio di carboni secondochè l'intensità è di *ampères* 2 $^3/_4$ alla tensione di 90-92 *volt*, od è di *ampères* 4 $^1/_2$ ad 82-85 *volt*, consumando in carbone da 3 $^1/_2$ a 5 mill. all'ora compreso lo scarto: nel secondo caso il tipo minimo è di 3 *ampères* alla tensione di 85 *volt*, regolabile per l'aumento di una diecina di *volt* a norma del numero delle alternazioni al secondo; esso è costrutto per la media durata di 90 ore per pajo di carboni, il cui consumo è circa 4 mill. all'ora, scarto compreso.

Fig. 1
Sezione schematica della lampada Ferrario

Nella fig 1 viene presentata la disposizione della primitiva lampada a consumo nell'aria libera. Una delle consuete pompe ad aria *a* forma in alto sistema col nucleo *c* di ferro dolce e col tubo *b* portante il carbone e la bussola conica *e*, regolatrice del suo movimento, in unione all'altra bussoletta *f* folle con rotelle; il sistema di regolazione è chiuso nella custodia *d*, che serve pure da arresto al moto discendente della bussoletta *f*.

Posti i carboni in contatto nella condizione di riposo, lanciando la corrente nell'avvolgimento in serie del solenoide di filo grosso, il nucleo *c* viene subito attratto, sollevando la bussola *e*, la quale abbandona al proprio peso la bussoletta *f* colle rotelle; è chiaro che, per effetto della conicità della bussola *e*, le rotelle si serrano contro il carbone positivo, il quale, reso così solidale con tutto il sistema, viene da questo trascinato in alto, determinando l'apertura dell'arco. Consumandosi il carbone, cresce la lunghezza dell'arco, e ne aumenta perciò la resistenza, fino a che viene a prevalere l'azione del solenoide inferiore di filo sottile in derivazione, che attrae a se il nu-

oleo e con esso il tubo *b*, il quale pure discende finchè la bussoletta *f*, toccando sul fermo *d*, è obbligata a rientrare nella bussola *e*, abbandonando così il carbone al proprio peso e lasciandolo discendere solo di quel tanto necessario per ristabilire la resistenza normale dell'arco per cui fu costruita la lampada. Come si vede, il pregio principalissimo di questa sta nel sistema di regolazione, riprodotto più in grande nel dettaglio (fig. 2), semplice e solido quale di più difficilmente si saprebbe concepire, tale da non esigere alcuna cura speciale di manutenzione e da non essere soggetto a guasti ed irregolarità, quali più facilmente si riscontrano in ogni movimento d'orologeria. Ne consegue che a prima vista si può riconoscere la causa, per quanto lontana, che determinasse un'interruzione od irregolarità di funzionamento; il quale poi è assicurato anche se la lampada fosse soggetta a movimenti sensibili, quali si hanno sopra una carrozza ferroviaria viaggiante, una nave su acque agitate ecc. Oltre la naturale sensibile riduzione di costo, derivante dalla soppressione d'ogni organismo delicato, non si ha spesa di manutenzione, il tutto riducendosi al cambio dei carboni, che per la sua facilità si può affidare ad operai od incaricati qualsiasi; la polvere, questa insidiatrice costante e perniciosa delle parti complesse nei soliti meccanismi, non reca alcun pregiudizio, del pari che il calore di combustione, ai pochi e semplicissimi pezzi sopra descritti delle bussole regolatrici.

Fig. 2
c) carbone - e) bussola conica
r) rotelle - f) bussoletta folle - d) fermo

I medesimi caratteri fondamentali costitutivi si riproducono dunque invariati nell'altra categoria di lampade ad arco chiuso nel vuoto o quanto meno in atmosfera poverissima di ossigeno. La differenza tra l'uno e l'altro tipo sta solo nelle forze in giuoco per la regolarizzazione dell'arco; nel primo ad aria libera, che chiameremo *differenziale*, ciò che agisce sul nucleo di ferro è la differenza di potenziale magnetico tra il rocchetto di filo grosso in serie e l'altro, agente in senso opposto, di filo sottile in derivazione, le variazioni rispettive di forza essendo determinate dalle condizioni e regime dell'arco voltaico. Nel secondo invece pel vuoto si ha un solenoide ad un solo avvolgimento di filo grosso in serie coi carboni, che agisce soltanto per innalzamento, mentre la discesa si ottiene dal peso del nucleo di ferro, del carbone ecc. col concorso di una molla moderabile.

Nella Fig. 3 (più innanzi) *a* è il cappello della lampada, che porta un

nucleo di ferro immobile; *b*, il piatto della lampada con unita custodia del giuoco di discesa del carbone; *c*, cerchio isolato dal piatto *b*, che sostiene il telajo del carbone inferiore; *d*, tubo di ferro dolce, costituente il nucleo mobile della lampada; *e*, linea di filo di rame isolato, che porta la corrente al carbone inferiore; *f*, linea che avvolge prima con parecchie spire il tubo di ferro immobile fissato sul cappello della lampada e poi passa per il solenoide avvolgente il ferro *d*, per finire a portare la corrente nel carbone superiore; *g*, solenoide in serie coi carboni e coll'avvolgimento; *h*, rocchetto d'auto-induzione, se la lampada è per corrente alternata, mentre invece per corrente continua costituisce un reostato; *i* è un vasetto di cristallo, nel quale si produce l'arco voltaico; *j*, un globo esterno formante una seconda camera.

Fig. 3
Lampada ad arco funzionante in doppio globo chiuso per corrente continua od alternata (Brecetti Ferrario 1896-97)

Per la lampada a corrente alternata amendue gli avvolgimenti *g*, *h* sono di filo di rame coperto ed, oltre alla loro resistenza specifica, inversamente proporzionale alla sezione del conduttore e direttamente col passaggio della corrente, ne determinano un altra, la ***resistenza apparente*** (propria della corrente alternata), a variare la quale concorrono il valore di permeabilità magnetica della massa metallica costituente i nuclei, la frequenza della corrente e le perdite elettriche. Perciò questi rocchetti vengono calcolati in modo che, dato il loro coefficiente di auto-induzione (o resistenza apparente), abbiano a modificare il regime di tensione, in modo che, giungendo per esempio a 120 *volt* ai capi della lampada, non ne passino più di 90 per l'arco, pur limitando il consumo sempre eguale press'a poco al prodotto della tensione dell'arco per la sua intensità. È

manifesto quindi che la funzione del rocchetto d'auto-induzione *h*, posto sul cappello della lampada, è quella di ridurre la tensione cui non giunge a ridurre il solenoide *g*; ma se la tensione di linea fosse di poco superiore a quella necessaria per l'arco, allora viene inutilizzato il rocchetto *h*.

Nella lampada a corrente continua in luogo del rocchetto d'auto-induzione, facoltativo nell'alternata, è indispensabile il reostato addizionale, che è pure in serie coi carboni e formato di filo nudo resistente, quando le lampade non vengono disposte in serie ed alimentate da generatori specialissimi ad intensità costante. Ne consegue che sarà sempre preferita quella lampada che, a parità di consumo, perde il meno possibile in resistenze addizionali. Ora, siccome a corrente continua non si conteggia quale consumo solo quello richiesto dall'arco, ma bensì tutto quello dato dalla tensione alla linea per l'intensità richiesta dalla lampada, così devesi considerare come perdita quanto non viene utilizzato in luce. È necessario però inserire una resistenza nel circuito di una lampada per ottenere un'accensione poco agitata ed un buon funzionamento della medesima a quel regime d'intensità voluta; ma insieme primo compito di un costruttore di lampade ad arco deve esser quello di limitare al minimo possibile la perdita in resistenza, accrescendone il rendimento a parità di accensione e funzionamento.

Dopo quanto si è detto sopra, in poche parole è descritto il modo d'agire delle lampade *Ferrario* nel vuoto: lanciata la corrente, questa attraversa gli avvolgimenti e passa pei carboni, in contatto a riposo; all'istante il solenoide *g* attrae il nucleo mobile *d*, che, connesso colla bussoletta conica portante il movimento delle rotelle, solleva anche il carbone superiore di quanto basta a formare l'arco in relazione alla sua intensità e tensione. Crescendo la resistenza dell'arco pel consumo dei carboni, il medesimo allungandosi decresce d'intensità: ora, siccome il solenoide è in serie coi carboni, la diminuzione di corrente lo indebolisce e quindi non può vincere colla sua attrazione il peso che sostiene, tendendo perciò il nucleo a discendere ed a portar seco il carbone. La discesa continua mantenendo la normale lunghezza dell'arco fino a quando la bussoletta delle rotelle poggia sull'ostacolo fisso sottostante; allora le rotelle abbandonano dolcemente il carbone, perchè tendono a liberarsi dalla bussola conica esteriore, che le manteneva strette attorno al carbone, così che questo pel proprio peso scorre in basso man mano che consuma. Quando però discendesse troppo, allora è ufficio del solenoide rialzare il nucleo di quel tanto che eccedette il carbone in discesa; e lo si capisce tosto, poichè, per l'egual motivo per cui il solenoide s'affievoliva, quando coll'allungarsi dell'arco cresceva la resistenza al passaggio della corrente, diminuendo invece la quantità di quest'ultima, il solenoide stesso acquista

maggior forza appunto quando un improvviso accorciamento dell' arco ne diminuisce la resistenza, consentendo maggior passaggio di corrente. Ed allora tale improvviso aumento di forza attrattiva risucchia, per così dire, il nucleo di quel tanto che basti a ristabilire l'arco di lunghezza normale: la regolazione qui descritta si effettua beninteso a periodi assai più lunghi che non nel tipo primo di lampade ad arco libero in conseguenza dell' assai ridotto consumo dei carboni.

Ma è tempo di venire a conclusioni pratiche in linea industriale e commerciale. Sta bene l'escogitare e costruire accuratamente una lampada nuova, che seduce tosto per la sua robusta semplicità, che lascia intravvedere all' acquirente cognito e libero da preconcetti un'economia sensibile nella prima spesa d'acquisto e nell'esercizio: ma come risponde quest'ultimo alla bontà teorica dell' organismo? qual'è il risultato della pratica, esperita in tutte le più svariate e non sempre favorevoli condizioni di ambiente, di circuito, di costruzione e montatura delle lampade medesime pur di egual tipo? Francamente non varrebbe la fatica e la spesa d'immaginare e costruire un'organismo nuovo, se la funzione del medesimo non rispondesse allo scopo prefisso almeno altrettanto bene dei congeneri preesistenti, realizzando insieme un profitto non dispregevole iniziale e continuativo in confronto ai medesimi.

Ciò premesso ecco le risultanze di numerose prove fatte finora. Preso in esame il primo tipo ad arco libero nell' aria in confronto del modello *Siemens* a nastro, a corrente continua di 6 *Ampères*, se ne collochiamo due di queste in serie p. es. sul circuito della corrente *Edison* di Milano a 110 *Volts*, esse assorbono $110 \times 6 = 660$ *Watts*; ma siccome in dette lampade l'arco funziona normalmente ad una media di 38 *Volt*, ne deriva che sono resi utili solo $2 \times 38 \times 6 = 456$ *Watts*, ottenendo così un rendimento del 70 per 100. Invece con una coppia di lampade Ferrario, funzionanti pure sullo stesso circuito a 110 *Volt* ed assorbendo gli stessi 660 *Watts*, ne rende però effettivi $2 \times 50 \times 6 = 600$ *Watts*, ammontando quindi il rendimento d'energia al 90 per $^0/_0$. Se il paragone si istituisce tre le *Siemens* ad arco libero e le *Ferrario* nel vuoto, la prima, consumando 5 *Ampères*, funziona regolarmente quando ha ai suoi poli una tensione di almeno 55 *Volt*; ma siccome il suo arco ne utilizza soli 38 e quindi realmente $55 \times 5 = 275$ *Watts*, finisce a perdere nella resistenza addizionale $(55 - 38) \times 5 = 85$ *Watts*, riducendosi il rendimento al 70 per $^0/_0$. Una lampada *Ferrario* nel vuoto comincia invece a funzionare regolarmente quando ai morsetti segna 95 *Volt*, così che con una corrente di 3 *ampères* assorbe $95 \times 3 = 285$ *Watts*, utilizzando all' arco 85 *Volt* e quindi circa $85 \times 3 = 255$ *Watts*, con una perdita di soli 30 e con un rendimento utile del 89 per $^0/_0$.

Anche in confronto alle congeneri lampade nel vuoto la lampada *Ferrario* ottiene alla prova un rendimento superiore al 14 per $^0/_0$ di quello dato dalle medesime; per es. le *Jandus* a 110 *Volt* ne utilizzano soli 74, con un rendimento inferiore quindi al 70 per $^0/_0$, per quanto se ne garantiscano gli $^8/_{11}$, ossia il 73 per $^0/_0$, sempre inferiore, anche se fosse realmente ottenuto, del 12 per $^0/_0$ alla resa utile della *Ferrario.* Tutte queste sono prove che qualsiasi tecnico può ripetere e controllare da sè, arrivando necessariamente a risultanze definitive conformi alle qui esposte.

L'inventore assicura che col suo sistema può regolare l'arco sino al consumo di 1 $^1/_2$ *amperes,* il che prova la grande sensibilità del sistema di regolazione; una lampada di consumo così limitato sarebbe apprezzata molto in un gabinetto di fisica. Ma per le applicazioni industriali la cosa ci sembra poco importante; infatti la resistenza dell'arco voltaico varia sempre tra gli stessi limiti, coll'impiego di carboni, usando qualunque genere di lampada, ed al disotto di 3 *Ampères* l'arco libero diviene tanto corto, che la sua luce non rivaleggia più con quella ad incandescenza a parità di energia consumata. Perciò troviamo pratico l'intendimento dei costruttori delle lampade *Ferrario* di limitarsi alla regolazione di 3 *ampères* al minimo per quelle ad arco libero e di 2 $^3/_4$ per quelle funzionanti nel vuoto d'ossigeno. Di quest' ultimo tipo quantunque sia possibile ottenere, come si pratica da qualche costruttore, che un sol pajo di carboni arda per 200 e più ore, praticamente è inutile, anzi dannoso per l'effetto utile di luce raggiungere questo limite, essendo provato che, dopo 100 a 130 ore circa (durata normale per cui si calcolano le lampade *Ferrario* col consumo di 4 *ampères* in su) di accensione, il globetto di vetro racchiudente l'arco si annerisce e rende perciò necessaria la pulitura. Per cui, dovendosi smontare il globetto, tanto vale far insieme il cambio dei carboni; riducendosi poi la lunghezza di questi a metà, ne consegue una minore altezza della lampada stessa.

A proposito di quiete dell'arco notiamo che in altre lampade per il vuoto a ridottissimo consumo dei carboni per dissimulare l'agitazione dell'arco stesso si ricorre al ripiego di usar doppi globi di forte tinta opalescente. Tale espediente non ci sembra pratico e lodevole, risolvendosi in diminuzione dell'effetto utile luminoso, già scarso e decrescente per l'eccessiva durata ed il ridotto ricavo elettrico; col che scompaiono affatto i vantaggi teorici degli splendidi diagrammi di projezione della luce prodotta dagli archi lunghi. Per tali motivi nella lampada Ferrario si applica il primo globetto leggermente opalizzato e quello esterno in generale trasparente o tutt'al più lievemente alabastrino, quando ciò sia richiesto dall'ambiente che si deve illuminare, ottenendo un risultato finale di luce superiore almeno dal 30 per $^0/_0$ alle congeneri. E per il buon

funzionamento i costruttori si affidano sopratutto alla organica semplicità e sensibilità del meccanismo, alla sua accurata costruzione, proscrivendo qualsiasi capzioso artificio, che finirebbe poi ad ingannare chi vende assai più dei compratori intelligenti.

Ultimo elemento importante è l'applicabilità della lampada *Ferrario* nel vuoto alla corrente alternata, pur mantenendosi abbastanza tranquilla e silenziosa, come vien confermato da esperienze continuative tuttora in corso: il che finora, a nostra cognizione, non riuscì con nessuna delle congeneri, tutte provenienti dall'estero. I competenti in materia possono apprezzare la portata di tal fatto, essendo noto che la corrente alternata offre negli impianti sensibili vantaggi di economia e funzionamento in paragone a quella continua ed è quindi largamente preferita, sopratutto nei trasporti di energia ad elevata tensione.

Riassumendo le cose dette e le impressioni avute dagli intelligenti, senza ombra di quelle antipatiche gonfiature delle quali, a vero dire ed a nostro onore, si abusa assai più oltre le Alpi e l'Atlantico che non nella nostra Italia, ci pare che coi varii tipi presentati della nuova lampada *Ferrario* siasi fatto un passo non insignificante nel progresso di questo ramo della tecnologia elettrica, pel quale finora fummo completamente tributarii all'estero. Guadagnare in semplicità, in costo iniziale ed in spesa d'esercizio senza detrimento della buona funzione luminosa ci sembra cosa apprezzabile dai tecnici, dagli industriali e consumatori serii, che giudicano dai fatti accertati e non dietro gratuite simpatie od antipatie. Nessun principio nuovo si è certo rivelato colla lampada descritta, e sono ben lungi dal pensarlo l'inventore ed i costruttori, intenti solo a convergere ogni sforzo nel migliorare i vantaggi pratici del loro prodotto, del quale ebbero anche la buona idea di non celare le particolarità in quel misterioso velame di segreto, di cui altri inventori amano circondare le cose loro. Segreto inutile ed effimero, per non dire ridicolo, al giorno d'oggi, mentre le leggi nostre e straniere tutelano a sufficienza i diritti d'inventore; i quali diritti poi nulla valgono, anzi costano quattrini molti infruttiferi quando l'oggetto dell'invenzione non riveste valore pratico,

L'aver ottenuto come risulta a noi e ad altri di noi più competenti, un tale risultato pratico in questo campo è molto, tanto più se si pensa che ciò fu ideato ed attuato per intero in casa nostra, anzi nella nostra città e Provincia: è da augurarsi che altri perfezionamenti si ottengano per questa via e che ciò avvenga ancora ad onore e profitto del paese nostro, appoggiando con oculata larghezza le buone iniziative di questo genere sopratutto quando ebbero il battesimo del fuoco d'un buon risultato non dubbio. L'Italia, che alla scienza elettrica diede una corona di sommità.

da Volta a Ferraris, non fu altrettanto accorta e felice nell'usufruire il profitto di molte sue applicazioni, su cui gli stranieri lucrarono milioni a centinaia, bastando ricordare i nomi di Meucci e Pacinotti: scendendo giù in assai più modesto ma non trascurabile campo, cerchiamo dunque di emanciparci con profitto dal tributo straniero per l'illuminazione ad arco (come in parte siamo riusciti pell'incandescenza), sopratutto quando è provato che i nostri tecnici ed artefici sanno fare, con risorse materiali infinitamente più tenui, altrettanto e forse meglio che nei più ricchi e progrediti paesi esteri.

Aprile, 1898.

Ing. E. Pini.

(Lettura fatta al Collegio degli Ingegneri in Milano).

SULLA TRASMISSIONE DEL CALORE

ATTRAVERSO I MURI.

NOTA

del prof. R. FERRINI.

1. Nel calcolare le calorie che si sperdono in un dato tempo attraverso le pareti di muro di una camera o d'una sala, e quindi la somministrazione di calore necessaria per compensarle, si suole ammettere raggiunta la condizione di regime nella trasmissione del calore, condizione alla quale si arriva dopo il periodo iniziale o di avviamento. Tutt'al più, se lo scaldamento è intermittente, i pratici si contentano di moltiplicare la quantità di calore che in pari tempo si sperderebbe a regime stabilito per un coefficiente numerico al quale attribuiscono un valore più o meno elevato secondo l'estensione degli intervalli di inazione degli apparecchi scaldanti. Ora si può domandare quanta sia l'attendibilità di questo modo empirico di trattare il problema e quale fiducia meritino i coefficienti che vi si adoperano, tanto più che sulla loro grandezza non si ha un accordo tale da poterli almeno riguardare come sanciti dall'esperienza.

La distinzione analitica tra il periodo iniziale e lo stato di regime è che nel primo la temperatura di un punto qualunque del muro è funzione della sua distanza dalla faccia scaldata e del tempo trascorso dal principio dello scaldamento, nel secondo invece è funzione soltanto della prima di queste variabili. È presumibile, anzi ammesso implicitamente dall' impiego dei detti coefficienti, che il numero delle calorie assorbite dal muro in un dato tempo sia maggiore nel periodo iniziale che dopo raggiunto il regime; ma per arrivare in proposito a deduzioni fondate importa di conoscere colla maggior precisione possibile la differenza tra i numeri di calorie corrispettivi alle due condizioni variabile e stabile, nonchè la durata della prima, per giudicare se si mantenga ancora o se si sia entrati nella seconda. Dai risultati che si otterranno emergeranno delle conseguenze utili, se non altro come indirizzo, per le applicazioni pratiche.

2. L'egregio prof. Guido Grassi nel suo bel *Corso di fisica applicata*

(Napoli, 1890) a pag. 306, tratta il problema della durata del periodo iniziale e ne offre una soluzione seducente per la sua semplicità. Da questa si conchiuderebbe che, qualora la somministrazione del calore si faccia equabilmente e nella stessa misura che a regime stabilito, la durata del periodo iniziale per un dato muro è indipendente dal limite a cui deve arrivare la temperatura nei singoli punti ed espressa in ore dal rapporto tra il prodotto del peso di un pezzo del muro, a faccie piane, di 1 m. q. di superficie per il suo calore specifico od, in altri termini, del peso equivalente in acqua o massa in acqua, di questo pezzo ed il suo coefficiente di trasmissione. Così, ad esempio, per un muro di 0, 6 m. di spessore, il cui coefficiente di trasmissione è 0, 83, ammesso che il peso di 1 mc. sia di 1600 chg. e il calore specifico 0, 21 (Manuale Colombo pag. 47 e 49) la massa in acqua risulterebbe di 201,6 chg. e la durata del periodo iniziale di circa 243 ore. Considerando poi lo sperdimento di calore complessivo traverso le pareti dell'ambiente: muri, porte, finestre, soffitto e pavimento, trova che, nelle indicate condizioni di scaldamento, il calore somministrato nel periodo iniziale viene per metà assorbito e per metà trasmesso.

La soluzione non contempla dunque che un caso speciale. Il chiaro autore accenna bensì alla possibilità ed alla convenienza di accorciare il periodo iniziale; ma non si arresta a discutere che cosa avvenga fuori delle condizioni assunte a base del calcolo.

3. Senonchè anche in queste condizioni può rimanere qualche perplessità rispetto alle conclusioni testè riferite, se si bada alla ipotesi implicita che la temperatura della faccia anteriore del muro sia in ogni caso sempre così vicina a quella dell'ambiente da poter prescindere dalla loro differenza. E difatto che cosa avviene nel periodo iniziale? In generale la detta faccia riceve calore per contatto coll'aria più o meno calda dell'ambiente e per assorbimento di calore raggiato da corpi a temperatura abbastanza elevata, come a dire il fuoco di un caminetto o d'una franclina, una stufa comune oppure ad acqua od a vapore. Lo strato superficiale del muro, appena che si scaldi, scalda per contatto quello interno che gli succede; questo scalda a sua volta il seguente e così via via il calore si propaga da una faccia all'altra, mentre i singoli strati, trattenendo parte del calore che ricevono dal precedente, ne trasmettono il residuo al successivo. Ora, nel caso di un caminetto ordinario, di una stufa semplice, insomma di apparecchi coi quali lo scaldamento si opera specialmente, se non esclusivamente, per radiazione, l'aria dell'ambiente, che è diatermica, non si scalda punto per i raggi che la attraversano: sono le superficie delle pareti e dei mobili che li assorbono ed il leggero scaldamento dell'aria è allora dovuto al calore sottrattone dallo strato d'aria che le rasenta e che si rimuta più o meno presto per effetto di convezione. In tal caso la superficie dei muri, dov'è colpita dalla radiazione, sarà verosimilmente ad una temperatura alquanto più elevata di quella dell'ambiente, specie se l'energica aspirazione d'un caminetto ne espelle l'aria appena intepidita per surrogarla coll'aria fredda esterna. Altre volte manca invece la radiazione,

come avviene quando si produce lo scaldamento del locale col versarvi dell'aria previamente scaldata fuori di esso. Altre volte infine cogli apparecchi (caminetti, francline, stufe, ecc.) che si dicono a circolazione d'aria, presa dall'ambiente medesimo o dall'atmosfera, lo scaldamento si compie insieme per radiazione e per contatto.

Ma, anche in questi casi, poichè l'aria contigua al muro deve cedere allo strato superficiale, oltre il calore che questo assorbe, anche la parte trasmessa nei successivi, sembra presumibile che la sottrazione di calore debba riuscire più attiva che nello stato di regime; epperò alquanto più grande che allora il divario di temperatura tra quello strato e l'ambiente. Certo che nello strato d'aria contiguo al muro il divario in discorso potrà ridursi minimo; ma la temperatura di quello strato non è la temperatura dell'ambiente. Basta portare rasente al muro un cerino od un sigaro acceso, per vedere la fiamma od il fumo piegarsi all'ingiù, segno evidente che la falda d'aria contigua al muro è sensibilmente più fredda dell'ambiente.

4. Checchè valgano quelle osservazioni, non mi pare superfluo di tentare una soluzione del problema, basata su pochissime restrizioni, cioè qualunque siano la forma della parete di muro che si considera ed il modo dello scaldamento.

Rispetto alla prima mi contenterò di supporla di spessore uniforme, limitata da due faccie parallele e lateralmente da una superficie rigata colle generatrici normali alle faccie stesse: chiamerò A_1 A_2 le aree delle faccie anteriore e posteriore, A_x quella di una sezione parallela ad esse, alla distanza x dalla prima; s lo spessore del muro, V il suo volume ed m la massa in acqua di un metro cubo del materiale di cui è fatto.

Essendo c il coefficiente di conduttività del muro, k_1. k_2 quelli che sogliono chiamare coefficienti di conduttività esterna e che io preferisco denominare coefficienti di scambio, perchè i fenomeni a cui si rapportano non hanno nulla a che fare colla conduttività, e C il coefficiente di trasmissione, è noto che si ha:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}\frac{A_1}{A_2} + \frac{A_1}{c}\int_0^s \frac{dx}{A_x}.$$

Posto:

$$\int_0^x \frac{dx}{A_x} = \varphi(x), \qquad (1)$$

sarà:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}\frac{A_1}{A_2} + \frac{A_1}{c}\varphi(s), \qquad (2)$$

5. La temperatura raggiungibile nelle varie sue parti dal muro, considerata in astratto, non ha altro limite che quello che basta a struggerlo od almeno a guastarlo: nel caso speciale però dello scaldamento di cui ci occupiamo adesso, i limiti sono imposti dalle condizioni di equilibrio termico

che tendono a stabilirsi negli scambi di calore tra le faccie del muro e l'ambiente scaldante o refrigerante a cui sono esposte.

Chiamando T_1 e T_2 le temperature dell'aria interna ed esterna nella condizione di regime, t_1 e t_2 quelle della faccia interna ed esterna del muro e Q le calorie allora trasmesse per unità di tempo traverso di esso, rammento che si hanno le:

$$T_1 - t_1 = \frac{C}{k_1}(T_1 - T_2) \qquad t_2 - T_2 = \frac{C}{k_2} \cdot \frac{A_1}{A_2}(T_1 - T_2), \tag{3}$$

colle quali si possono calcolare le t_1 e t_2 quando si conoscano le T_1 e T_2.

Essendo inoltre t la temperatura della sezione suindicata di area A_x, si ha pure l'equazione:

$$Q = - c\, A_x \frac{d\,t}{d\,x}, \tag{4}$$

dalla quale si ricava la:

$$Q = \frac{c}{\varphi\,(s)}(t_1 - t_2); \tag{5}$$

quindi:

$$t_1 - t_2 = \frac{Q}{c}\,\varphi\,(s) \qquad t_1 - t = \frac{Q}{c}\,\varphi\,(x),$$

e da queste:

$$t = t_1 - \frac{\varphi\,(x)}{\varphi\,(s)}(t_1 - t_2). \tag{6}$$

6. Si arriva facilmente alla (4) considerando la parete come un mazzo di strati paralleli alle faccie ed abbastanza sottili perchè in ciascuno di loro si possa ammettere, senza errore sensibile, che sia uniforme la temperatura. Applicando il medesimo concetto per lo stato iniziale, ed indicando con t la temperatura raggiunta dalla sezione di area A_x al tempo θ contato dal principio dello scaldamento, il calcolo conduce, com'è noto, all'equazione differenziale:

$$c\,\frac{d^2\,t}{d\,x^2} = m\,\frac{d\,t}{d\,\theta},$$

la quale esprime la relazione evidente che la differenza tra le quantità di calore trasmesse all'epoca θ, nel tempuscolo $d\,\theta$, dallo strato di superficie A_x e dal contiguo successivo di eguale grossezza $d\,x$, equivale alla quantità di calore assorbita dal primo di loro. Posto:

$$\frac{c}{m} = a^2, \tag{7}$$

risulta la:

$$a^2 \frac{d^2 t}{d x^2} = \frac{d t}{d \theta}, \tag{8}$$

che servirà di base alla soluzione del problema.

7. La si può soddisfare con diverse ipotesi sulla forma della funzione t; tale sarebbe per esempio la:

$$t = \mathrm{A} \,.\, e^{-a^2\alpha^2\theta} \cos p\,(\alpha - x)\,,$$

dove A, p ed α sono costanti da determinare, come si verifica tosto colla sostituzione.

Ma, se questa funzione soddisfa sotto il riguardo analitico, non può accettarsi peraltro sotto il riguardo fisico, perchè è a priori inammissibile che la temperatura lungo una normale varii periodicamente di grandezza e di segno con andamento sinusoidale. Un' altra soluzione esente da tale obbiezione, e che perciò adotteremo, è la seguente:

$$t = \beta\, e^{-\alpha x + a^2\alpha^2\theta}.$$

dove α e β sono costanti da determinare. Veramente si potrebbe muoverle l'appunto che questa espressione sembra escludere la possibilità che t raggiunga in qualche parte del muro od in qualche istante lo zero della scala termometrica o che assuma segni opposti al variare di x o di θ. Difatti il segno di t non potrebbe essere che quello di β qualunque siano x e θ, nè può ridursi a zero se non ponendo $\beta = 0$, nel qual caso sarebbe sempre e in ogni punto $t = 0$. Ma è facile di ovviare all' inconveniente coll'adottare in luogo dell' ordinario zero della scala termometrica quello della Fahrenheit, o lo zero assoluto, o semplicemente contando le temperature da una origine scelta così che i valori di t, nel caso che si considera, siano tutti positivi. Attenendoci a questo partito, introdurremo nell'espressione di t una terza costante L, da assegnare, come le precedenti, nei singoli casi, ponendo:

$$t + \mathrm{L} = \beta\, e^{-\alpha x + a^2\alpha^2\theta}. \tag{9}$$

Del resto l'appunto in quistione non ha importanza per quanto segue, dove non avremo a considerare che differenze di temperature.

8. Cominciamo a determinare la costante α. A tal uopo fermiamo l'attenzione sul fatto che x e θ sono variabili indipendenti; ciò vuol dire, in altri termini, che la legge di degradazione della temperatura lungo una normale è la stessa qualunque sia θ, epperò la stessa durante il periodo di avviamento come al suo termine, cioè allo stabilirsi del regime. Nei sin-

goli punti del muro le temperature durante il detto periodo non fanno che aumentare tutte simultaneamente nella ragione espressa dal fattore $e^{\alpha^2 a^2 \theta}$.

Difatti, se indichiamo colle t' e t'' le temperature delle faccie all'epoca θ a cui si riferisce la (9), è chiaro che avremo allora:

$$t' - t = \beta\,(1 - e^{-\alpha x})\, e^{a^2 \alpha^2 \theta} \qquad t' - t'' = \beta\,(1 - e^{-\alpha s})\, e^{a^2 \alpha^2 \theta},$$

e quindi:

$$\frac{t' - t}{t' - t''} = \frac{1 - e^{-\alpha x}}{1 - e^{-\alpha s}}, \tag{10}$$

cioè il rapporto $\frac{t' - t}{t' - t''}$ indipendente dal tempo θ.

La medesima relazione si manterrà a regime stabilito, cosicchè avremo pure:

$$\frac{t_1 - t}{t_1 - t_2} = \frac{1 - e^{-\alpha x}}{1 - e^{-\alpha s}}.$$

Raffrontandola colla (6) ne consegue tosto la:

$$\frac{1 - e^{-\alpha x}}{\varphi\,(x)} = \frac{1 - e^{-\alpha s}}{\varphi\,(s)},$$

alla quale si soddisfa nel modo più semplice col porre:

$$1 - e^{-\alpha x} = \varphi\,(x).$$

Calcoleremo pertanto α colla:

$$1 - e^{-\alpha s} = \varphi\,(s), \tag{11}$$

che, risolta rispetto ad α, dà:

$$\alpha = -\frac{1}{s} \log_e\,[1 - \varphi\,(s)].$$

9. Le forme usuali delle pareti di muro si riducono a quelle dove le faccie sono: a) superficie piane; b) segmenti di superficie cilindriche; c) calotte o settori sferici.

Nel primo caso: $A_x = A_1$ e:

$$\varphi\,(s) = \frac{s}{A_1}; \tag{a}$$

nel secondo, essendo l l'altezza del segmento, r_1 e r_2 i raggi delle faccie anteriore e posteriore ed ω l'angolo diedro delle faccie laterali:

$$\varphi(s) = \frac{1}{\omega l} \log_e \frac{r_2}{r_1}; \tag{b}$$

nel terzo infine, chiamando ancora r_1 ed r_2 i raggi delle faccie e indicando con ω l'angolo solido sotteso da entrambe al centro comune:

$$\varphi(s) = \frac{s}{\omega r_1 r_2} \tag{c}$$

10. Possiamo ora rappresentarci come variino le temperature dei singoli strati del muro nelle vicende a cui soggiacciono durante il periodo di avviamento. Figuriamoci perciò descritta in un piano normale alle faccie la linea rappresentata dall'equazione (10) o dalla sua equivalente (6) contando le x lungo una normale e prendendo per ordinate le temperature t diminuite ciascuna di quella T_2 dell'atmosfera, di guisa che, prolungandola abbastanza, essa incontrerà l'asse delle ascisse in un punto che chiameremo *termine*. Nel caso per esempio di un muro a faccie piane la linea delle temperature sarà una retta comprendente coll'asse l'angolo di cui la tangente trigonometrica è $-\frac{t_1 - t_2}{s}$.

Se, per metterci nella condizione meno favorevole, riteniamo che al principio dello scaldamento la massa del muro sia tutta alla temperatura T_2, ci imagineremo la linea in discorso fuori di esso, ma col termine a contatto della faccia anteriore. A misura che procede lo scaldamento basterà figurarsi che essa, senza deformarsi, si addentri nel muro, scorrendo sull'asse; nelle successive posizioni che assumerà, le sue ordinate segneranno sempre gli attuali eccessi della temperatura degli strati consecutivi sulla T_2. Gli strati non ancora raggiunti dal termine rimangono intanto a questa temperatura.

Il movimento ipotetico della linea potrà essere uniforme, vario, a sbalzi, secondo la costante od ineguale attività della somministrazione di calore; in genere sarà tanto più rapido in ciascuno dei successivi tempuscoli del periodo quanto maggiore la quantità di calore ricevuta dal muro nel tempuscolo. Allorchè l'ordinata del punto dove l'asse attraversa la faccia esterna sarà divenuta $t_2 - T_2$, il movimento si arresterà, perchè avremo raggiunto lo stato di regime.

Qualora lo scaldamento venga sospeso, sia a regime stabilito, sia nel periodo iniziale, colla cessata somministrazione del calore, comincerà un periodo di raffreddamento e le fasi della temperatura nei diversi strati si otterranno allora, facendo retrocedere la linea lungo l'asse con una rapidità determinata nei successivi tempuscoli dalla attività della sottrazione

di calore. In correlazione al moto retrogrado della linea, le t invece che dalla (9), saranno rappresentate dalla:

$$t + \mathrm{L} = \beta\, e^{-ax-a^2\alpha^2\theta},$$

perchè nel periodo di raffreddamento bisogna cambiare il segno al secondo membro della (8).

Se al principio dello scaldamento la faccia interna del muro fosse ad una temperatura superiore alla T_1, invece di imaginarci la linea col termine a contatto di quella faccia, basterà ritenerla già addentrata di tanto che l'ordinata del punto dove è incontrata dall'asse ne segni l'attuale eccesso di temperatura sulla T_2.

11. Arrestandoci ora un istante a considerare il movimento diretto, caratteristico del periodo di avviamento, saremo di leggieri condotti a distinguerlo in due stadii differenti. Il primo comincia collo scaldamento e finisce quando il termine della linea arriva alla faccia posteriore del muro; il secondo comincia allora e termina collo stabilirsi del regime. Nel primo stadio nulla del calore ricevuto dal muro viene da questo ceduto all'atmosfera perchè la sua faccia esterna si mantiene in equilibrio termico con essa: quel calore non fa che propagarsi via via da uno strato all'altro, elevando progressivamente la temperatura degli strati raggiunti nella propagazione e si potrebbe perciò chiamarlo: *stadio di sola propagazione*. Al suo termine la trasmissione di calore nell'atmosfera è in procinto di avviarsi e si inizia di fatto nel secondo stadio, *di propagazione accompagnata da trasmissione*, durante il quale si accresce fino al limite corrispondente allo stabilirsi del regime.

Il prodotto dell'area compresa tra la linea, l'asse e l'ordinata del punto di intersezione di questo colla faccia anteriore, per il numero m e per il volume della porzione di muro limitata da essa e dallo strato raggiunto dal termine della linea, porgerà ovviamente la misura del calore fino allora assorbito dal muro, sia nel primo, sia nel secondo stadio del periodo. Nel regresso della linea, l'analogo prodotto misurerà il calore rimasto assorbito ed il suo ammanco rispetto al precedente indicherà il numero delle calorie sottratte al muro.

Posto che la somministrazione del calore si faccia senza interruzione, è chiaro che, denominando Q_0, e Q le quantità di calore assorbite dal muro nel tempo θ_0 che corrisponde alla durata del primo stadio e in un tempo $\theta < \theta_0$, quantità che si possono dedurre nel modo ora indicato, e q_0 la somministrazione media di calore per unità di tempo, saranno:

$$\mathrm{Q}_0 = \theta_0\, q_0 \qquad \mathrm{Q} = \theta\, q_0,$$

dalla prima delle quali, dato q_0 si ha tosto la durata del primo stadio; oppure si può calcolare con essa la somministrazione oraria q_0 di calorie che ne riduce la durata ad un limite prefisso θ_0.

12. È facile assegnare la temperatura t_0 a cui sale la temperatura della faccia anteriore al chiudersi del primo stadio, pur che si conoscano la temperatura esterna T_2 e le temperature di regime t_1 e t_2. Difatti, indicando con θ_1 la durata del periodo iniziale, avremo, giusta la (9):

$$\left.\begin{array}{ll} t_0 + L = \beta\, e^{a^2\alpha^2\theta_0} & T_2 + L = (t_0 + L)\, e^{-\alpha s}, \\ t_1 + L = \beta\, e^{a^2\alpha^2\theta_1} & t_2 + L = (t_1 + L)\, e^{-\alpha s}, \end{array}\right\} \qquad (14)$$

e di qui:

$$\frac{t_2 - T_2}{t_1 - t_0} = e^{-\alpha s} = 1 - \varphi(s).$$

Dunque:

$$t_0 = t_1 - \frac{t_2 - T_2}{1 - \varphi(s)}. \qquad (15)$$

Pertanto, in conformità a quanto s'è ragionato pocanzi, purchè non si alterino le temperature T_2, t_1 e t_2, la grandezza della t_0 è affatto indipendente dalle effettive durate θ_0 e θ_1 e quindi dal modo dello scaldamento fatto con uniformità od a sbalzi; continuato o interrotto da pause.

Altrettanto può dirsi delle temperature di regime correlative alle T_1 e T_2 dell'aria interna ed esterna, e di quelle degli strati intermedi in corrispondenza ad una determinata giacitura della linea delle temperature rispetto alle faccie del muro.

Sebbene ciò non sia richiesto dal nostro scopo, notiamo che dalle (14) si desume subito il valore da attribuirsi alla costante L della (9), poichè se ne ha:

$$\frac{t_2 + L}{T_2 + L} = \frac{t_1 + L}{t_0 + L},$$

quindi:

$$L = \frac{t_0\, t_2 - t_1\, T_2}{t_1 - t_0 - (t_2 - T_2)} = \frac{t_0\, t_2 - t_1\, T_2}{(t_1 - t_0)\, \varphi(s)}.$$

Quando poi si conoscesse θ_1, si avrebbe dalla (9):

$$\log._e \beta = \log. (t_1 + L) - a^2\, \alpha^2\, \theta_1.$$

Circa questa espressione, importa notare che il valore numerico di β dipenderà nei casi speciali da t_1 e da L e quindi dalla temperatura a cui si prefigge di portare l'ambiente, e da θ_1, ossia dalla durata del periodo iniziale e perciò dalla più o meno abbondante somministrazione di calore riferita in media all'unità si tempo.

13. Sia $d\,q$ la quantità di calore assorbita nel tempuscolo $d\,\theta$ dallo

strato della parete di spessore $d x$ e limitato dalle superficie di area A^x; sarà:

$$d q = m A_x d x \frac{d t}{d \theta} d \theta.$$

Quella assorbita dal medesimo strato nel tempo contato da un'epoca θ' ad un'altra θ'', sarà quindi:

$$d Q_x = m A_x d x (t_{\theta''} - t_{\theta'}),$$

e l'analoga assorbita dalla porzione di muro compresa tra la faccia anteriore e la superficie parallela ad essa di area A_x:

$$Q_x = m \int_0^x (t_{\theta''} - t_{\theta'}) A_x d x.$$

Indicando ora con t'_1, t'_2 le temperature delle due faccie all'epoca θ' e con t_1'', t_2'', le analoghe all'epoca θ'', avremo, giusta le (10) e (11):

$$t_{\theta''} = t_1'' - \frac{\varphi(x)}{\varphi(s)} (t_1'' - t_2'') \qquad t_{\theta'} = t_1' - \frac{\varphi(x)}{\varphi(s)} (t_1' - t'_2),$$

quindi:

$$t_{\theta''} - t_{\theta'} = t_1'' - t_1' - \frac{\varphi(x)}{\varphi(s)} [t_1'' - t_1' - (t_2'' - t'_2)],$$

e, avvertendo che $\int_0^x A_x dx$ non è altro che il volume V_x della porzione di muro considerata:

$$Q_x = m (t_1'' - t_1') V_x - \frac{m}{\varphi(s)} [t_1'' - t'_1 - (t_2'' - t_2')] \int_0^s A_x \varphi(x) d x. \quad (16)$$

La quantità di calore assorbita dall'intera parete sarà:

$$Q = m (t_1'' - t_1') V - \frac{m}{\varphi(s)} [t_1'' - t_1' - (t_2'' - t_2')] \int_0^s A_x \varphi(x) d x, \quad (17)$$

oppure anche, perchè:

$$t_2'' - t_2' = (t_1'' - t_1') e^{-as} = (t_1'' - t_1') [1 - \varphi(s)],$$

$$Q = m (t_1'' - t_1') \left\{ V - \int_0^s A_x \varphi(x) d x \right\}. \quad (18)$$

14. Riferendoci al § 9, se le faccie sono piane:

$$A_x = A_1, \ \varphi(x) = \frac{x}{A},$$

e allora:

$$\frac{1}{\varphi(s)} \int^s A_x \varphi(x)\, d x = \frac{A_1 s^2}{2 s} = \frac{V}{2},$$

e di conseguenza:

$$Q = m V \left(\frac{t_1'' + t_2''}{2} - \frac{t_1' + t_2'}{2} \right), \qquad (17)_a$$

$$= m V (t_1'' - t_1') \left(1 - \frac{s}{2 A}\right), \qquad (18)_a$$

Qualora siano cilindriche,

$$\varphi(x) = \frac{1}{\omega l} \log_e \frac{r_1 + x}{r_1}, \ A_x = \omega l (r_1 + x);$$

o, posto $r_1 + x = y$:

$$\int_0^s A_x \varphi(x)\, d x = \int_{r_1}^{r_2} y \log y\, d y - \log r_1 \int_{r_1}^{r_2} y\, d y.$$

Ora:

$$\int y \log y\, d y = \frac{y^2}{2} \log y - \frac{1}{2} \int y\, d y = \frac{y^2}{2} \left(\log y - \frac{1}{2}\right);$$

sostituendo ed estendendo ai limiti:

$$\int^s A_x \varphi(x)\, d x = \frac{r_2^2}{2}\left(\log r_2 - \frac{1}{2}\right) - \frac{r_1^2}{2}\left(\log r_1 - \frac{1}{2}\right) - \frac{\log r_1}{2} [r_2^2 - r_1^2]$$

ossia:

$$\int_0^s A_x \varphi(x)\, d x = \frac{r_2^2}{2} (\log r_2 - \log r_1) - \frac{r_2^2 - r_1^2}{4},$$

$$Q_b = m (t_1'' - t_1') \left(V - \frac{r_2^2}{2} \log \frac{r_2}{r_1} + \frac{r_2^2 - r_1^2}{4} \right). \qquad (18)_b$$

Nel caso infine delle faccie sferiche:

$$\varphi(x) = \frac{x}{\omega r_1 (r_1 + x)} \qquad A_x = \omega (r_1 + x)^2,$$

quindi:

$$\int_0^s \varphi(x)\, A_x\, dx = \frac{s^2}{6 \cdot r_1}(r_1 + 2 r_2),$$

e:

$$Q_c = m\,(t_1'' - t_1')\left(V - \frac{s^2 (r_1 + 2 r_2)}{6 r_1}\right)$$

15. Riferendoci alla (17), le calorie assorbite dal muro nel primo stadio, nel quale:

$$t_2'' - t_2' = 0, \quad t_1'' = t_0, \quad t_1' = T_2,$$

saranno:

$$Q_0 = m\,(t_0 - T_2)\left(V - \frac{1}{\varphi(s)} \int_0^s A_x\, \varphi(x)\, dx\right), \tag{19}$$

e le analoghe per il secondo, giusta la (18):

$$Q' = m\,(t_1 - t_0)\left(V - \int_0^s A_x\, \varphi(x)\, dx\right). \tag{20}$$

A queste vanno aggiunte le calorie trasmesse nel medesimo stadio, che è facile di calcolare. Difatto, se conserviamo alle t', t'' i significati loro attribuiti al § 8, ed indichiamo con $d\,Q$ la quantità di calore trasmessa traverso il muro nel tempuscolo $d\,\theta$, poichè la legge di degradazione della temperatura lungo una normale alle faccie è indipendente dal tempo, e di conseguenza anche quella della trasmissione durante un tempuscolo nel quale si possano ritenere invariate le temperature delle faccie, avremo analogamente alla (5):

$$d Q = \frac{c}{\varphi(s)}\,(t' - t'')\, d\,\theta,$$

o, avuto riguardo alla seconda delle (10) ed alla (11):

$$d\,Q = c\,\beta\, e^{a^2 \alpha^2 \theta}\, d\,\theta.$$

Integrando tra θ_0 e θ_1, e chiamando Q'' il richiesto numero di calorie:

$$Q' = \frac{c\,\beta}{a^2\, \alpha^2}\left(e^{a^2 \alpha^2 \theta_1} - e^{a^2 \alpha^2 \theta_0}\right),$$

ossia, per la (14) badando insieme alla (7):

$$Q'' = \frac{m}{\alpha^2}(t_1 - t_0). \tag{21}$$

Quindi le calorie Q_1 somministrate al muro complessivamente nel secondo stadio:

$$Q_1 = Q' + Q'' = m\,(t_1 - t_0)\left(V + \frac{1}{\alpha^2} - \int_0^s A_x\,\varphi(x)\,dx\right), \qquad (22)$$

delle quali la parte Q' rimane assorbita, mentre la Q'' viene trasmessa.

16. Siano per ordine q_0 e q_1 le calorie somministrate in media per unità di tempo nei due stadi consecutivi. Avremo:

$$Q_0 = q_0\,\theta_0 \qquad Q_1 = q_1\,(\theta_1 - \theta_0), \qquad (23)$$

e, se fosse $q_1 = q_0$:

$$Q_0 + Q_1 = q_0\,\theta_1.$$

Con queste relazioni si potranno calcolare le durate θ_0, θ_1 quando siano date le q_0, q_1 oppure reciprocamente le somministrazioni di calore atte a ridurre a θ_0 e θ_1 le durate del primo stadio e del periodo, nei limiti possibili.

Le (19) e (22) esprimono ovviamente anche le calorie perdute dal muro nel raffreddarsi della sua faccia interna da t_0 a T_2 se lo scaldamento era arrivato appena al termine del primo stadio, e da t_1 a t_0 se aveva superato anche il secondo, poichè cambiando il segno delle differenze $t_0 - T_2$ e $t_1 - t_0$ si rendono negative Q_0 e Q_1.

Se la sospensione dello scaldamento avviene a regime stabilito, dal punto in cui essa comincia cessa la condizione di regime e si inizia il regresso nel secondo stadio. In questo caso, il calore perduto nel raffreddamento sarà dato da Q_1 se la temperatura della faccia interna è ridiscesa a t_0 e da $Q_0 + Q_1$ se arriva a T_2.

Le durate dei due stadii nel raffreddamento si potranno assegnare in via sperimentale facendo osservazioni sistematiche della temperatura a cui scende la faccia interna ad una serie di epoche conosciute.

17. Quando la durata θ dello scaldamento fosse minore di θ_0, il calore assorbito dal muro sarebbe espresso da:

$$Q = m\,(t - T_2)\left(V_x - \int_0^x A_x\,\varphi(x)\,dx\right), \qquad (24)$$

essendo t la temperatura della faccia anteriore all'epoca θ, x la distanza a cui si limita alla medesima l'elevamento delle temperature, e V_x il volume del muro compreso tra la detta faccia e la superficie parallela alla distanza x. Siccome a questa distanza la temperatura del muro è ancora T_2; così avremo per le (14):

$$T_2 + L = \beta\,e^{-\alpha x + a^2\alpha^2\theta},$$

e, al fine dello stadio:

$$T_2 + L = \beta\,e^{-\alpha s + a^2\alpha^2\theta_0},$$

dunque:

$$-\alpha x + a^2 \alpha^2 \theta = -\alpha s + a^2 \alpha^2 \theta_0,$$

e di qui:

$$x = s - \alpha a^2 (\theta_0 - \theta). \tag{25}$$

Conosciuta la x, si avranno tosto V_x, A_x e $\varphi(x)$, e $t - T_2$; quindi:

$$\frac{Q}{Q_0} = \frac{t - T_2}{t_0 - T_2} \frac{V_x - \int_0^x A_x \varphi(x)\, dx}{V - \int_0^s A_x \varphi(x)\, dx}. \tag{26}$$

Se ora riteniamo θ compresa tra θ_0 e θ_1, le calorie ricevute dal muro saranno espresse dalla somma di Q_0 e di:

$$Q = m(t - t_0)\left(V + \frac{1}{\alpha^2} - \int_0^x A_x \varphi(x)\, d\alpha\right). \tag{27}$$

dove t è la temperatura della faccia interna del muro all' epoca θ. Osservando che, in relazione alle (14):

$$t - t_0 = \beta(e^{a^2\alpha^2\theta} - e^{a^2\alpha^2\theta_0}); \quad t_1 - t_0 = \beta(e^{a^2\alpha^2\theta_1} - e^{a^2\alpha^2\theta_0}),$$

si ha:

$$t - t_0 = (t_1 - t_0)\frac{e^{a^2\alpha^2\theta} - e^{a^2\alpha^2\theta_0}}{e^{a^2\alpha^2\theta_1} - e^{\alpha^2 a^2\theta_0}}.$$

Il fattore $a^2 \alpha^2$ è una frazione propria assai piccola, cosicchè alla precedente espressione si può sostituire la:

$$t - t_0 = (t_1 - t_0)\frac{\theta - \theta_0}{\theta_1 - \theta_0},$$

e di conseguenza:

$$Q = Q_1 \frac{\theta - \theta_0}{\theta_1 - \theta_0}. \tag{28}$$

Le formole (26) e (27) esprimono pure rispettivamente le calorie perdute dal muro in un periodo di raffreddamento mentre la temperatura della faccia interna si abbassa, nel caso della prima, da t_0 a t e in quello della seconda, da t_1 a t; se risultasse $t < t_0$ in questo secondo caso, bisognerebbe allora aggiungere alle calorie calcolate colla (27) nel discendere della detta temperatura dal valore iniziale a t_0, quelle calcolate colla (26) che il muro perderà nel raffreddarsi della faccia interna da t_0 a t.

18. Rimane a considerare la condizione, che si può dire ordinaria, di uno scaldamento interrotto da intervalli di sospensione. Si capisce che al-

lora a ciascuna ripresa bisognerà somministrare del calore al muro per riportare la trasmissione allo stato di regime, se lo si era raggiunto, od al punto dello stadio in cui si trovava al principio della sosta precedente, risarcendolo, delle calorie perdute durante la medesima. In confronto di uno scaldamento continuato, nel quale in capo ad un certo tempo si potrà avvicinare lo stato di regime, in quello intermittente, difficilmente si escirà dal periodo iniziale ed anzi dal primo stadio; nel primo caso è noto che durante la notte lo scaldamento si suole rallentare di molto e perciò in ambo i casi si dovrà sul principio di una ripresa di attività o di scaldamento sopperire alla perdita causata dalla minore attività o dalla sospensione precedente.

19. Le formole stabilite nei precedenti paragrafi ci permetteranno di presagire nei singoli casi la storia delle vicende di temperatura dei muri, quando siano fissate, come d'uso, la temperatura da mantenere nell'ambiente in relazione ad una minima esterna, le dimensioni dei muri e le durate dei periodi di scaldamento e delle soste o dei periodi di minore attività. Si potranno cioè prevedere al termine dei successivi periodi a qual punto si sia arrivati del periodo iniziale e il regresso conseguente dal successivo intervallo di inazione o di scaldamento rallentato, e se ne dedurranno le calorie di volta in volta ricevute e restituite dal muro.

20. Per meglio persuadersi della difficoltà che la trasmissione esca dallo stato iniziale, gioverà un esempio numerico. — Poniamo che si tratti di una parete piana di 18 mq di superficie, e m. 0,60 di spessore e che debbano risultare a regime $t_1 = 17^\circ,5$; $t_2 = 1^\circ,5$ essendo l'atmosfera a 0° C, cosicchè $T_2 = 0$.

Avremo:

$$s = \text{m. } 0,6;\ A = 18 \text{ mq.};\ V = \text{mc. } 10,8;$$

e poichè:

$$c = 0,6;\ m = 1600 \times 0,21 = 336,$$

saranno:

$$a^2 = 0,0018,\ -\alpha = -\frac{1}{0,6}\log_e\left(1 - \frac{0,6}{18}\right) =$$

$$-\frac{0,0376}{6};\quad a^2\,\alpha^2 = 0,000007;\quad \frac{1}{\alpha^2} = 256,4,$$

quindi:

$$\alpha = 0,0626 \quad \alpha^2 = 0,0039 \quad \alpha\, a^2 = 0,00011.$$

Poi:

$$t_0 = 17,5 - \frac{1,5}{0,96} = 15^\circ,9 \qquad \text{e} \qquad t_1 - t_0 = 1^\circ,6,$$

e:

$$Q_0 = \frac{336 \times 10,8}{2} \times 15,9 = 28848,96 \text{ o, in cifra tonda } 28850 \text{ calorie.}$$

Il risultato ottenuto mostra che la temperatura t_0 finale del primo stadio è abbastanza vicina a quella di regime e che si richiederà molto tempo per

raggiungerla. Nello stato di regime la trasmissione di calore traverso la parete considerata sarebbe di 288 calorie all'ora. Limitandosi a somministrare al muro del calore in questa misura, e senza sosta nè rallentamenti, ci bisognerebbero 100 ore per compiere soltanto il primo stadio.

Il calore assorbito nello stadio consecutivo, nel quale la temperatura della faccia interna deve salire da 15°, 9 a 17°, 5, è minore della precedente. Calcolandola colla (20) essa risulta di circa 5625 calorie; ma la trasmissione che si opera nel frattempo, giusta la (21), ascende a 137840 calorie. Il secondo stadio consumerebbe dunque in complesso quasi 143500 calorie e l'intero periodo iniziale ne richiederebbe più di 175 000. Colla somministrazione oraria continuata, sempre nella misura del periodo di regime, emerge chiaro che non se ne uscirebbe che in capo a 600 ore.

Se non m'illudo, la discussione del problema che ho preso a trattare offre una base razionale per proporzionare nei singoli casi allo scopo, a norma delle condizioni speciali, la potenza degli apparecchi progettati per lo scaldamento di ambienti abitabili. Trattandosi dei muri d'ambito, che hanno uno spessore considerevole, la condizione di regime sarà difficilmente raggiunta, specie se lo scaldamento è discontinuo. La somma di calorie che verrà ad ogni ripresa assorbita da quei muri piuttosto che in relazione allo stato di regime sarà da calcolarsi in ordine alla fase del periodo iniziale a cui si arriverà; e, a questo proposito, mi pare che emerga da quanto precede la convenienza di non uscire dal primo stadio, avvicinandosi possibilmente al suo termine; perchè allora la faccia interna del muro sarà quasi alla temperatura che prenderebbe nello stato di regime come risulta dalle (15) avvertendo che la differenza $[1 - \varphi(s)]$ sarà per i muri in discorso assai vicina all'unità, e quindi il contributo del calore assorbito dal muro nello scaldamento dell'ambiente sarà press'a poco lo stesso che se fosse a regime, mentre d'altra parte mancherà la perdita derivante dal calore versato nell'atmosfera ed il calore ricevuto in uno dei periodi di attività, sarà restituito all'ambiente nell'intervallo di sosta che gli succede, rallentandone e moderandone il raffreddamento.

Adottando la regola di limitare al primo stadio lo scaldamento dei muri, converrà modificare in relazione ad essa, il calcolo della potenza degli apparecchi scaldanti, cioè del numero di calorie che dovranno somministrare in ciascun'ora ad un dato ambiente. Questo si compone della somma delle calorie occorrenti a scaldare l'aria che vi si rimuta, di quella trasmessa traverso le finestre e le porte, dove, per il debole spessore e la piccola massa, il regime è presto raggiunto e infine del quoziente del numero di quelle che i muri d'ambito, il soffitto e il pavimento assorbiranno nel detto stadio diviso per la sua durata. Riguardo alle pareti comuni a due ambienti da scaldare, se lo scaldamento è contemporaneo, si potrà assegnarlo in ragione di metà per ciascuno di loro; se no, in quella proporzione che risulterà indicata dalle epoche e dalle durate degli scaldamenti rispettivi.

LA VITA E L'OPERA

DI

ALFREDO COTTRAU

Ingegnere, Industriale, Economista, Cittadino.

Si è spento improvvisamente ed immaturamente, la sera del 23 Maggio, **ALFREDO COTTRAU**, la cui personalità, fu tra le maggiori, le più originali del nostro Paese! Egli ebbe fama mondiale!

Nato il 26 Settembre 1839 a Napoli da Guglielmo Cottrau, illustre musicista (1), rimase orfano del padre il 31 Ottobre 1847, e non aveva ancora dieci anni quando, nel Marzo 1849, venne ammesso nel Collegio di Tolone come « *Elève boursier de la Marine* ». Il posto semi-gratuito gli fu concesso perchè alcuni suoi prozii — Jean Marie Girault, Comte d'Egrefeuille, Antoine Girault de la Mothe, Alfred Girault de la Guterie — furono appunto Uffiziali della Marina Francese, tra il 1786 e il 1850 circa.

Alfredo Cottrau completò i suoi studii all' « *École préparatoire de Marine* » di Parigi; ma dopo un viaggio d'istruzione, molto avventuroso e burrascoso, a bordo di un piccolo brigantino a vela, il « *Belem* », fece ritorno a Napoli, dove il 23 Ottobre 1854 gli era morta anche la madre, Giovanna Cirillo.

Vi restò qualche anno, e negli *Stabilimenti Meccanici Guppy Puttison e C.* fu successivamente *apprendista*, *operaio aggiustatore*, *montatore*, *disegnatore meccanico*.

Tornato in Francia si fermò a Parigi dal 58 al 60 presso la « Société Ernest Gouïn et C. » frequentandone i « *Bureaux des*

(1) V. Marc Monnier. — « *La poésie populaire* » — « *Lettres d'un mélomane* » — Naples — A. Morano 1885.

Études » e gli « *ateliers de montage* », e per vari mesi lavorò altresì nell'*Ufficio delle locomotive*, sotto la direzione del rinomatissimo costruttore inglese R. Lloyd, suo parente, direttore di quel riparto nelle Officine Gouïn. Fu quivi che Alfredo Cottrau attese ai piani del Ponte di Kowno, sul Niemen (1859), e di molti altri della ferrovia Pietroburgo-Varsavia, ed inoltre a progetti di ponti e tettoie per la ferrovia Madrid-Irun.

Cominciata a ventidue anni la sua carriera nel *Commissariato Generale Straordinario delle Ferrovie da Napoli al Mar Adriatico*, chiamatovi dal Ministro Ubaldino Peruzzi nel 1861, ebbe due anni dopo la ventura, come Ingegnere del Genio Civile, di prendere parte ai lavori del Cenisio, alla dipendenza dell' Ing. Mattia Massa, ora Direttore Generale della Mediterranea. Quivi Severino Grattoni ne apprezzò il valore, e lo volle nelle Ferrovie Meridionali, per conto delle quali Alfredo Cottrau, come Ingegnere di Sezione, ideò e diresse il famoso Ponte di Mezzanacorti sul Po, per la linea Voghera-Pavia, della lunghezza totale di 824 metri, in 10 campate, di m. 72, 50 ciascuna, che importò la spesa di circa 8 milioni, dei quali quasi quattro per le travate metalliche.

Era stabilito (1) che il Ponte sul Po a Mezzanacorti, destinato al doppio uso e della ferrovia e del pubblico, sia a piedi, sia coi ruotanti comuni, dovesse compiersi — con sistema identico a quello già approvato pel Ponte di Piacenza — in *dodici* anni dall'apertura della linea all'esercizio, e questo intanto avrebbe dovuto attivarsi mediante ponte provvisorio in legname *all'americana*.

Ma poi che la costruzione del Ponte dalla Società concessionaria, cioè dalle Ferrovie Meridionali, fu appaltata alla « *Société Ernest Gouïn et C.* » di Parigi, quella appunto dove Alfredo Cottrau circa quattro anni prima avêva fatto il suo tirocinio da costruttore, si convenne che il Ponte, da costruirsi secondo il progetto particolareggiato da lui redatto, ed approvato con Decreto Ministeriale del 2 Giugno 1865, si sarebbe compiuto in soli *16 mesi*, cioè nel tempo medesimo stabilito dalla concessione per la costruzione del

(1) V. Ing. G. B. BIADEGO. — « *Fondazioni ad aria compressa — Ponti metallici* » — Camilla e Bertolero 1886.

ponte provvisorio in legno, e quindi questo non dovette ulteriormente costruirsi.

L'opera fu condotta con una eccezionale rapidità: le fondazioni delle 9 pile e dei 2 spalloni, e delle retrospalle, all'aria compressa, cominciate il 1.° Luglio 1865 furono ultimate il 1.° Maggio 1866; le murature tra il 12 Agosto 1865 ed il 14 Settembre 1866; le travate metalliche montate tra il 20 Agosto 1865 ed il 24 Agosto 1866.

Le prove delle travate metalliche furono fatte il 21 Settembre 1867.

La costruzione del Ponte di Mezzanacorti, compiutasi in soli due anni, con fondazioni all'aria compressa *con un sol cassone* per ogni pila e per ogni spalla, segna una data memorabile nell'Ingegneria del ferro e delle fondazioni subacquee.

Ed invero, ad onta che la campana dei palombari fosse fin dal 1778 conosciuta, e se ne fosse fatta in seguito anche l'applicazione per lavori subacquei, il metodo delle fondazioni ad aria compressa traeva direttamente la sua origine dal processo che il francese Triger applicò, solo nel 1841, per l'escavazione di un pozzo in una miniera. Tale metodo, per la prima volta introdotto nella pratica delle costruzioni al Ponte di Rochester dopo il 1845, fu successivamente modificato dagl' Ingegneri inglesi e francesi che attesero alle costruzioni di ponti in Inghilterra, in Francia, in Ungheria, sostituendosi quindi alle fondazioni tubulari quelle con casssoni.

Alfredo Cottrau, preso in eccezionale considerazione in conseguenza della costruzione del Ponte di Mezzanacorti, dove per la prima volta ebbe occasione di affermarsi competentissimo nelle costruzioni metalliche e di manifestare il suo ingegno e la sua prodigiosa attività, confermò il suo valore nel progettare successivamente i tre *arditissimi* ed *economicissimi* Viadotti metallici di Castellaneta, Palagianello e S. Stefano, della Ferrovia Bari-Taranto, le cui pile hanno rispettivamente l'altezza di 72, 41 e 27 metri; ed a soli 30 anni gli venne conferito il titolo d'*Ingegnere Ispettore delle Costruzioni Metalliche* nella Società Italiana delle Strade Ferrate Meridionali.

Tutti i lavori metallici per questa Rete ferroviaria, tra il 63 ed il 70, furono eseguiti, sotto la sua direzione esclusiva, su suoi progetti.

Mentre fervevano i lavori del Ponte di Mezzanacorti, per gl' incitamenti del Generale Menabrea, Alfredo Cottrau pubblicò, nel Dicembre 1865, un suo scritto « *Sulle ferrovie comunali e provinciali da costruirsi in Italia* », il quale menò grande rumore, poichè in esso, *per la prima volta in Italia*, fu trattata la quistione delle ferrovie economiche e delle ferrovie a binario ridotto. E poco dopo, infatti, il Ministro dei Lavori Pubblici, S. Iacini, presentò alla Camera (25 Febbraio 1866) un Progetto di legge « *Sulla classificazione delle strade ferrate e disposizioni organiche per le linee secondarie* », nella cui Relazione venne citata la pubblicazione di Alfredo Cottrau.

Successivamente, facendo seguito a questo suo memorabile scritto, egli pubblicò, nell'Aprile dello stesso anno, nel « *Politecnico* » di Milano « *Le ferrovie secondarie a scartamento ridotto ed i tramways a vapore* », con una *prefazione* di F. Brioschi; e l'anno appresso scrisse « *Sulle ferrovie economiche* ». Lo stesso argomento fu luminosamente trattato nell' « *Annuario Scientifico ed Industriale* » dal Prof. G. Colombo, negli anni 1866, 1867 e 1868, per modo che il proposto impianto di *Tramways a vapore sulle strade rotabili ordinarie* venne sempre più popolarizzandosi, trionfando infine sui pregiudizi dell'epoca.

Il suo « *Albums de 36 Ponts Metalliques* », da lui pubblicato nel 1867, fu premiato con Medaglia d'argento all' Esposizione Mondiale di Parigi di quell' anno, e servì di guida per molti anni in Italia ai Professori di Costruzioni metalliche delle R. Scuole d'Applicazione per gl' Ingegneri.

E ben singolare fu il « *Nuovo sistema di locomozione mista* », da lui proposto per ferrovie economiche o tramvie a *traffico debolissimo e con fortissime pendenze*, pel quale le vetture ed i carri si muovono sopra due rotaie, mentre le ruote motrici della locomotiva poggiano sul terrapieno della strada. Questo sistema, dal quale ebbero poi origine quelli di Riggenbach ed Abt, fu proposto fin dal Marzo 1866 per un tronco della linea Termoli-Campobasso, ed adottato in Francia, alquanto modificato, dall' Ingegnere Larmanjat (1).

(1) V. Memoria del Prof. F. P. Boubée. — 1873. — « *I sistemi di locomozione mista A. Cottrau e Larmanjat* ».

*
* *

In quell'epoca — prima del 1870 — tutto ci veniva dall'estero, e dalla generalità dei tecnici si riteneva essere assolutamente impossibile ad officine italiane di sostenere la concorrenza delle case straniere, e specialmente per quanto rifletteva *i Ponti*, *le Tettoie e le fondazioni subacquee.*

Ciò non ostante, e ad onta che la sua intelligente opera venisse tanto apprezzata dall'Amministrazione delle Ferrovie Meridionali, Alfredo Cottrau, mirando a sempre più alti ideali e a render sè completamente indipendente, offriva le sue dimissioni da Ispettore delle Costruzioni Metalliche all' Ingegnere Bona, Direttore Generale, nel Giugno 1870.

E poco dopo, conscio del suo valore e delle sue attitudini, e animato anche dal pensiero di emancipare l'Italia dal lavoro estero, creò, in Castellamare di Stabia, le prime officine di quell' « *Impresa Industriale Italiana di Costruzioni Metalliche* » che, fondata nel 1870 — e da lui diretta fino al Dicembre 1887 — diventò poi famosa in Italia ed all'estero, costruendo nei suoi cantieri non solo barcaccie in ferro e caldaie per la R. Marina; ponti levatoi, ponte scorrevoli e tende militari pel Ministero della Guerra; materiale mobile e fisso per le ferrovie e materiale minuto d'armamento, ma *varie migliaia* di ponti e travature della lunghezza complessiva di *diecine* di chilometri, e varie centinaia di tettoie e pensiline della superficie totale coperta di circa 150 mila metri quadrati!...

E fanno certo onore all' Ingegneria Italiana ed all'Impresa Industriale, specialmente il Ponte sul Ticino, a Sesto Calende, sulla linea Novara-Pino (m. 265); il Ponte sul Serchio, sulla Pisa-Spezia (m. 182); il Ponte sul Tevere a Giove, sulla Firenze-Roma; il Ponte sul Sele, sulla Eboli-Reggio; il Ponte sul Canalello, sulla Taranto-Reggio; il Ponte sul Pescara, a Manoppello, sulla Pescara-Popoli; il Ponte sul Ticino, a Turbigo, sulla Milano-Novara (m. 149); il Ponte sul Piave a S. Donà (m. 210); il Ponte provvisorio di Ripetta, sul Tevere, a Roma (m. 103); uno dei ponti sull'Adige, a Verona — tutti con fondazioni pneumatiche.

E poi i ponti sul Neto e sul Passovecchio, sulla linea Stron-

goli-Cotrone ; il Ponte sul Salso (*che fu il primo costruito a Castellamare*) pel Municipio di Licata (m. 106) ; un Ponte sull'Arno, a Pisa, per quel Municipio (m. 107), un altro Ponte per la Provincia di Verona, sull'Adige — tutti con fondazioni su pali a vite.

Ed infine il Ponte sulla Siva, sulla Belluno-Birbano, ed il Viadotto sull' Olona (m. 165), con pile metalliche, alte in quest'ultimo ponte 45 metri.

Notevole il Ponte politetragonale, Sistema Cottrau, sulla Dora, presso Torino, e notevolissimo (1) il gran Ponte girevole di Taranto, che, coi relativi meccanismi idraulici, fu costruito per conto dei Ministeri della Guerra e della Marina.

Ma dall' Impresa Industriale Italiana di costruzioni metalliche furono anche costruiti, destinati per l' estero, ed ivi poi montati dal personale della medesima Impresa, il Viadotto sul Rio Genil, sulla linea Malaga-Siviglia ; quindici ponti sulla linea Kaschau — Oderberg ; il Ponte sulla Vienna, a Vienna ecc.

Furono poi forniti per la Repubblica Argentina due ponti, l'uno sul Rio Metan, e l'altro per il Las Pedras ; ed anche per lo Scioa, dove avrebbe dovuto farlo pervenire il Conte Salimbeni, fu allestito un ponte politetragonale . . . .

Fra le innumerevoli tettoie sono da ricordare quella di Bari (m. 20) ; di Napoli (m. 34) ; di Foggia e di Ancona (m. 40) ; di Brescia (m. 29) ; di Bergamo, Pavia e Savona (m. 26) ecc. ecc.

Questo secondo periodo della febbrile operosità di Alfredo Cottrau come industriale, si chiude all'11 Dicembre 1887, dopo una serie ininterrotta di opere e di trionfi, attestanti la forza della sua fibra e l'altezza del suo ingegno.

E queste opere e questi trionfi gli valsero medaglie e diplomi all' Esposizione promossa dall' Associazione Industriale Italiana in Milano nel 1872 ; all' Esposizione mondiale di Vienna nel 1873 ; all' Esposizione Mondiale di Parigi nel 1878 ; all' Esposizione Generale Italiana di Milano nel 1881 ; all' Esposizione Generale Italiana di Torino nel 1884.

Ma una onorificenza eccezionale vennegli decretata dalla città

(1) V. Monografia del Prof. F. P. Boubée nel « *Bollettino del Collegio degli Ingegneri ed Architetti di Napoli* ».

dì Torino, in seguito al concorso bandito da quel Municipio in occasione dell' Esposizione di Milano del 1881, e cioè la *Medaglia d'oro unica al merito industriale.*

Fu per questa massima onorificenza che Quintino Sella scrisse di lui:

« Millenis stravit Cottraus Pontibus amnes
« Possumus inde illum dicere Pontificem Maximum ».

Ma se la qualità di Amministratore Delegato e Direttore dell'Impresa Industriale Italiana, non ostante la efficace e sapiente collaborazione dell'Ing. F. P. Boubée, gl' imponeva un grandissimo lavoro, pur tuttavia egli avea modo, nella sua inesauribile attività e per la genialità del suo spirito, di partecipare a tutto quanto costituisse il movimento intellettuale d' Italia nel campo industriale e meccanico, e di interessarsi a quanto compievasi in Napoli, nella sua città natale, che grandemente egli predilesse.

E tra il 72 ed il 75 fu membro del Consiglio Tecnico e successivamente Direttore Tecnico della Società Napoletana di Credito e Costruzioni, redigendo i progetti di massima di cinque varianti della linea Roma-Napoli; fu membro della Commissione Consultiva per le opere Pubbliche del Municipio di Napoli, nel 72; Consigliere Tecnico straordinario pel Comune, pel triennio 76-78; membro della Commissione Esecutiva pel 3.° Congresso degli Ingegneri ed Architetti in Napoli, Presidente dell'Associazione dei Costruttori meccanici ed affini, costituitasi in Roma, Membro della Giunta Superiore Direttiva del Museo Industriale Italiano in Torino, nel 1877; Presidente della Commissione per le costruzioni metalliche al Collegio degli Ingegneri ed Architetti in Napoli e Consigliere Comunale, nel 1878; Membro della Commissione Consultiva sulle istituzioni di Previdenza e sul Lavoro, pel triennio 79-82, presso il Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio; Membro della Commissione di Collaudo per la Funicolare del Vesuvio, nell'Aprile 1880; Membro della Commissione Consiliare per il riordinamento degli studii tecnici nella Provincia di Napoli e per la fondazione in Napoli di un Politecnico, nel 1882; componente del Consiglio dell' Industria e del Commercio, nel triennio 1883-85; socio corrispondente del R. Istituto d' Incoraggiamento

in Napoli, nell'83; Consigliere Tecnico del Municipio di Napoli, pel triennio 84-86; Socio ordinario residente del R. Istituto d'Incoraggiamento in Napoli, nel 1887.

Fece inoltre parte del Comitato di Redazione del Giornale « *Il Politecnico* » di Milano, col Brioschi e col Colombo, tra gli altri, fin dal 1869.

Ma l'operosità ammirevole di Alfredo Cottrau si esplicava contemporaneamente con nuovi notevoli scritti e con singolari invenzioni. Egli pubblicava:

Nel 1871 — « *Le ferrovie a scartamento ridotto avanti al 1.° Congresso degli Ingegneri Italiani in Milano* », una efficace polemica sostenuta con lettere dirette a Raffaele De Cesare, allora Direttore della *Nuova Patria*, contro l'Ing. Federico Gabelli, nell'Agosto 1871, a proposito delle Ferrovie a scartamento ridotto, che da molti si ritenevano, *ancora a quell'epoca*, una vera utopia, non ostante la precedente brillante campagna iniziata da lui e proseguita da Giuseppe Colombo.

La polemica ebbe una interessantissima coda al 1.° Congresso degl'Ingegneri tenutosi in Milano l'anno seguente, al quale fu sottoposta la quistione, così fieramente dibattuta, dal Prof. Boubée; e a grande maggioranza si diè torto al Gabelli, del quale fu specialmente strenuo oppositore il Prof. L. Loria.
« *Sulla tettoia della Stazione Centrale ferroviaria di Napoli* », che, da lui progettata e diretta, costò solo lire 32 a m. q., mentre quelle che la precedettero a Milano ed a Torino costarono rispettivamente circa 84 e 120 lire a m. q.

nel 1872 — « *Sull'Industria del ferro in Italia* », per incarico della *Commissione Parlamentare per l'inchiesta industriale,* presieduta da Antonio Scialoja.

nel 1875 — « *A proposito di una interpellanza alla Camera dei Deputati degli Onorevoli G. Nicotera e G. Di Sandonato,* » cioè 3 lettere all'On. R. De Zerbi, nel Novembre 1875, su *Gli Operai napoletani — La quistione di Pietrarsa — I trattati internazionali e l'industria meccanica in Italia.*

nel 1877 — « *Sul trattamento degli Operai nei R. Arsenali di Marina*, » per incarico di B. Brin.

nel 1878 — « *Carte in tavola* » — ossia progetto di un nuovo quartiere S. Brigida e della Galleria Umberto I, con la esecuzione del quale, abbattendosi la Chiesa di S. Ferdinando, si sarebbe evitato, tra gli altri, lo sconcio tanto deplorato della insufficienza, cioè, della via attuale innanzi al S. Carlo, sconcio al quale, presto o tardi, pur si dovrà ovviare.

nel 1879 — « *I liberi scambisti della Camera, le industrie meccaniche e la quistione ferroviaria.*

— « *Considerazioni sul materiale mobile e sull'esercizio della Ferrovia Palermo-Marsala-Trapani,* » materiale che all'Esposizione Generale Italiana di Milano

del 1881 ottenne una medaglia d'oro di 1.ª classe, specialmente perchè in esso venne adottato (per la prima volta, in modo normale, in Italia) la *intercomunicazione* fra tutti i veicoli del treno, e l'uso di ritirate in tutte le vetture.

— « *Lettere tre sui tramways napoletani* ».

— « *La Direttissima Napoli-Roma, studiata in modo da usufruire di alcuni tratti dell'attuale linea ferroviaria.* »

nel 1883 — « *Può gettarsi un Ponte sullo stretto di Messina ?* »

— « *La direttissima Roma-Napoli e la Bitriangolare* ».

nel 1884. — « *La questione napoletana e lo sventramento* ».

nel 1885 — « *Sull'importazione temporanea dei ferri e degli acciai laminati* »

nel 1886 — « *Tipi normali delle ferrovie della Sardegna* », Album di 57 tavole che a quell'epoca, non esistendo ancora nessuna pubblicazione del genere *per ferrovie con binario di 1 metro,* aveva un non dubbio valore tecnico.

Fra le invenzioni sono da ricordare:

nel 1871 — « *Sostituzione di pali metallici senza vite, e di qualsiasi forma, ai pali di legno, nelle fondazioni in generale*, applicati con successo dall'Impresa Industriale.

nel 1873 — « *Nuovo tipo di locomotive ad una sola ruota motrice* » per ferrovie economiche e per tramvie, che fu poi reso pratico da Riggenbach ed Abt, i quali sostituirono alla ruota motrice con larghissimo cerchione in caoutchouc, immaginata da lui, una ruota dentata metallica.

nel 1874 — « *Sistema di ponti ad arco senza spinte* » che fu più volte applicato, e cioè, per un ponte a Castellamare del Golfo, in Sicilia (m. 36); per un ponte a doppia arcata (m. 28) sul Torrente Scaffa, presso Cagliari, ecc.

nel 1876 — « *Ponti portatili militari istantanei*, » premiati alla Esposizione di Parigi del 1878, con medaglia d'argento: imitati e perfezionati sensibilmente dall'Ing. Eiffel, questi fece adottare il suo sistema dal Genio militare francese (1).

nel 1881 — « *Nuovo sistema di locomotive con quattro ruote motrici per cadaun asse motore;* » celiando Quintino Sella denominò « *tetratrochica* » la nuova locomotiva, destinata per l'esercizio economico delle ferrovie secondarie e dei tramways.

nel 1882 — « *Nuovo sistema di ruote a doppio cerchione per uso delle Locomotive e dei veicoli con 4 ruote su cadaun asse.* »

— « *Nuovo sistema di binario ferroviario per locomotive con quattro ruote* ».

— « *Nuovo tipo di vetture ferroviarie a corridoio laterale con ritirata,* »

nel 1883. — « *Sistema di ponti ad archi incastrati* », che conviene soltanto nel caso di grandi luci e di fondazioni pneumatiche, permettendo di

(1) V. Memoria del Prof. F. P. Boubée. — 1885 — « *Ponti metallici portatili Cottrau ed Eiffel* ».

eseguire ponti relativamente assai economici con archi molto ribassati, di forma assai elegante ed ardita.

nel 1884 — « *Ponti politetragonali portatili di luce, larghezza e robustezza variabili* » che furono sperimentati per la prima volta, *pubblicamente*, il 24 Agosto 1884, sul fiume Sarno, presso Castellamare di Stabia, ed in soli 48 minuti 16 operai composero prima a terra, e poi vararono sul fiume Sarno, un ponte di circa 21 metro di portata netta, e successivamente gli stessi operai in meno di un'ora sfasciarono interamente il primo ponte e ne composero un altro (di forma diversa) di ben 45 metri di lunghezza.

— « *Tenda Ospitaliera articolata (in acciaio) trasformabile in tenda militare, o in baracca, per uso ospedale ecc. ecc.* costituita di soli 3 elementi trasportabili a braccia.

nel 1887 — « *Nuovo sistema di archi incrociati,* » la cui idea fondamentale venne applicata nella Torre Eiffel.

* * *

Queste le opere, gli scritti e le invenzioni di Alfredo Cottrau mentre era a capo dell'Impresa Industriale Italiana di costruzioni metalliche.

Ma non ho detto finora che tutti i manufatti della importante *linea ferroviaria Palermo-Marsala-Trapani*, di 196 chilometri, furono eseguiti nel quinquennio 78-82, durante il quale egli fu appunto Amministratore Delegato pure di questa Società, e ho taciuto dei progetti — studiati e compilati sotto la sua direzione dall'Ing. Emilio Olivieri, in circa 6 mesi, ed approvati in massima dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici col voto in data 10 Giugno 1886 — pei 588 chilometri della *Rete delle Ferrovie Secondarie della Sardegna.*

Fu in seguito all'approvazione di questi progetti che il Governo addivenne al Contratto di concessione, approvato con Decreto Reale del 1.° Agosto 1886, sottoscritto da Alfredo Cottrau in proprio nome e quale Rappresentante della Ditta Fratelli Marsaglia, Banca di Torino, e Fratelli Ceriana.

L'Anonima « *Società Italiana per le Strade Ferrate Secondarie della Sardegna* » si costituì in Torino addì 22 Settembre 1886, e del primo Consiglio di Amministrazione Alfredo Cottrau fu *Vice Presidente.*

Vietandogli questo suo nuovo Ufficio di ulteriormente attendere

all'Impresa Industriale Italiana, egli, — dopo 17 anni dalla fondazione — si distaccò da quell'Impresa, cui aveva dato così spiccatamente l'impronta della sua personalità.

In quest'ultimo periodo Alfredo Cottrau non tralasciò di occuparsi di quistioni meccaniche ed industriali, ma più specialmente trattò di quistioni ferroviarie ed economiche, e pubblicò:

nel 1889 — « *Brevi osservaz. sull'esercizio delle Ferrovie Secondarie Sarde* ».
nel 1891 — « *Le industrie meccaniche ed il regime doganale* »,
nel 1892 — « *I valori mobiliari in titoli nominativi* ».

Nel 1894 fu Membro della Commissione Internazionale incaricata di esaminare i progetti dei due ponti sul Danubio, a Buda Pest, da costruirsi dal Governo Austro-Ungarico, e successivamente fu Membro straordinario del Consiglio Tecnico Municipale di Napoli, nel 1896; Membro della Commissione pel *concorso a premi pel merito industriale;* Componente del Consiglio dell'Industria e del Commercio; Delegato Governativo presso il Consiglio Direttivo della Scuola Industriale A. Volta, pel triennio 1896-98.

Fu anche Amministratore delle Strade Ferrate della Sicilia.

Ma Alfredo Cottrau rese specialmente un servigio al paese pubblicando:

nel 1892 — « *Appunti sulle Convenzioni ferroviarie del 1885* ».
nel 1893 — « *Lo Stato Ferroviero* ».
nel 1894 — « *Il Problema ferroviario e le sue possibili soluzioni.* »

e in poche pagine — popolarizzando tale arduo problema, che in Italia è intimamente legato al finanziario — condensò, con mirabile semplicità, il frutto di lunga ed illuminata esperienza.

Con esposizione limpida e chiara, con analisi acuta e completa egli dimostrò che, senza una modificazione radicale delle Convenzioni del 1885 — le quali disgraziatamente subiscono in alcune parti una sospensione di esecuzione per troppo rosee previsioni nello accrescimento degl' introiti, che i fatti non hanno confermato — è impossibile migliorare sensibilmente il nostro servizio ferroviario, e renderlo nel contempo assai più economico. E le conclu-

sioni alle quali pervenne, cioè *Proroga della concessione* o *aumento della percentuale*, sono ambedue degne di considerazione, come franca e degna di lui, l'opinione espressa che le troppe spese ferroviarie e non già gli armamenti costituirono la causa precipua del disordine finanziario presente d' Italia. Nel suo sereno lavoro, al quale non si potrà in futuro non far capo quando si vorrà parlare di ferrovie italiane (1) — la storia, ben fatta, prova il grande studio con cui furono riscontrati i documenti che servirono alla sua concisa compilazione, notevole per la gran copia di dati raccolti.

La sua pratica e la conoscenza della materia gli permisero, ciò che per altri sarebbe stato estremamente malagevole, di distruggere molti pregiudizii: la situazione fatta al Governo ed alla Società dalle Convenzioni del 1885, fu da lui stupendamente sviscerata, ed emerse dai suoi studii non solo *la necessità di una riforma delle Convenzioni del 1885*, ma inoltre che un *nuovo tentativo di esercizio di Stato sarebbe il massimo errore*, e che nei nuovi Contratti *tutto*, *e niente eccettuato*, dovrebbe esser messo a carico delle Società.

Alfredo Cottrau, con cifre e dati di fatto, mostrava invero quanto sia fallace la teoria della superiorità delle Amministrazioni condotte dallo Stato; e, conservando fede nei miracoli della libera iniziativa, *ragionando* scriveva: « *Le ferrovie agl' industriali* ! » Il suo lavoro, profondamente studiato e scritto magistralmente, dovrebbe star sempre sul tavolo di coloro cui le sorti del Paese sono affidate.

Ed ora che ho riassunto in quanto precede, se non pure negli stessi termini, almeno nella sostanza, gli apprezzamenti che, sull'opera patriottica di Alfredo Cottrau, meritoria nell' interesse generale, portarono gli uomini più eminenti del Paese, mi piace qui di riportare testualmente alcuni brani di quattro lettere, ad Alfredo Cottrau indirizzate, rimaste, se non erro, tuttora inedite.

La prima, *notevolissima*, è di Giuseppe Borgnini, del 24 Ottobre 1893 . . . . « *Noi italiani siamo tuttavia singo-*

(1) V. « *La proposta Cottrau ed il restauro delle Convenzioni ferroviarie del 1885* » del Senatore A. Rossi. - *Rassegna Nazionale*, fasc. 1.° - Dicembre 1894.

» *larmente apatici e noncuranti di quanto può concorrere allo svol-*
» *gimento della nostra vita economica. L'opera benefica della*
» *libertà per noi è ancora un' incognita, e non sappiamo usare di*
» *questa che a nostro danno perdendoci in chiacchiere e consu-*
» *mando la nostra attività in lotte meschine e sterili, ragione della*
» *nostra miseria.*

« *Fa opera patriottica, quindi, chiunque tenta richiamare lo*
» *spirito e l'attenzione pubblica ad occupazioni e meditazioni più*
» *serie e più feconde. Ella è tra questi benemeriti, porgendo al*
» *paese un modo di provvedere meglio e stabilmente ad uno dei*
» *più grandi ed importanti servizi dello Stato.*

» *Le sue fatiche avranno, lo spero, un ambito guiderdone nel*
» *bene che Ella intende di conseguire per l'Italia nostra* ».

Un' altra è di Giuseppe Colombo, del 7 Novembre 1894:

« . . . . *Il tuo lavoro costituisce una delle più pensate*
» *sintesi della quistione ferroviaria uscite in questi ultimi tempi.*
» *Ciò che mi pare il carattere distintivo della tua pubblicazione*
» *è la dimostrazione chiara, recisa ed inoppugnabile della impos-*
» *sibilità di andare avanti con le convenzioni del 1885. L'aver*
» *messa la quistione su questo terreno, così nettamente, giustifica*
» *già, senza bisogno d'altro, la convinzione da te espressa in fine*
» *di aver reso un servizio al paese.*

« *Hai fatto bene e vedrai che le tue conclusioni non rimarranno*
» *senza eco, nè senza un risultato* . . . .
» . . . .

« *È certo che questa è una delle tue migliori pubblicazioni* . .
» . . . . . *Tu hai acquistato già un' autorità grande, ma*
» *questa pubblicazione l'ha confermata in modo assoluto* . . . . »

Le altre due sono di uomini che han retto fino ad ieri le sorti d' Italia.

Nell'una, di Luigi Luzzatti, in data 23 Ottobre 1894, si legge:

« . . . . . *Avete fatto un lavoro di primissimo ordine,*
» *e se dopo le vostre pubblicazioni l'Italia non provvede, vorrà*
» *dire che anche avvertita ed illuminata vuole andare a fondo.* »

Nell'altra, di Antonio Starabba, di Rudinì, dell' 11 Novembre 1894, è scritto:

« . . . *Non si assesteranno le Finanze se non si assestano*
» *le Ferrovie. — Non miglioreranno le condizioni economiche se*

» *non si assestano le ferrovie* . . . .
» . . . .

« *La soluzione che Ella propone è appunto quella che io va-*
» *gheggio. Spero che la sua parola autorevole faccia maturare la*
» *quistione* ».

*
* *

Ecco mostrato Alfredo Cottrau nella sua interezza, come ingegnere, come industriale, come economista.

E come cittadino napoletano, oltre alla sua ultima pubblicazione « *La Società dei Trams Napoletani e il Municipio di Napoli*, » non può non ricordarsi un altro suo scritto che destò il massimo interesse, non solo nella sua città natale, ma in tutta Italia, intendo parlare di quella « *Crisi della Città di Napoli* », nella quale, esaminate le cause che valsero a peggiorare le condizioni della nostra città, suggeriva i rimedi atti a rinsanguare il Bilancio, e tutta una serie di riforme da doversi attuare dall'Amministrazione Comunale.

È ancora troppo presto per poter giudicare di questo che si potrebbe chiamare il suo testamento cittadino, come delle soluzioni proposte da lui alla quistione ferroviaria, che costituiscono il suo testamento politico.

Però si può affermare che in questa pubblicazione su Napoli non venne smentita la sua audacia, nè la sua energia, mentre invocava un Commissario Regio che *col ferro e col fuoco* curasse le piaghe cittadine.

Ma io non posso chiudere questa rassegna dell' Opera di Alfredo Cottrau senza ricordare con quanta passione, con quanta abnegazione, con quanta operosa intelligenza egli attese ad organizzare il concorso degl' Italiani del Mezzogiorno alla presente Esposizione di Torino, circondandosi della parte più eletta della nostra cittadinanza, che riconosceva volontieri in lui l'uomo nato per esercitare un vero fascino con la sua persona simpatica e gioviale. con la sua parola colorita, con la praticità delle sue proposte.

Nè posso non far conoscere — nella speranza che altri raccolga

la sua idea inspirata a sincerissimo patriottismo — ch'egli, ordinando all'uopo una serie di documenti politici, meditava di farsi promotore ed organizzatore della solenne commemorazione d'una data gloriosa, nella ricorrenza del suo primo *Centenario: la proclamazione della Repubblica Partenopea*!

« *Time is money* » era scritto negli Uffici dell'Impresa Industriale Italiana di Costruzioni Metalliche: « *Labor hominem honorat* », a caratteri indelebili si legge sulla parete rossa del villino di Alfredo Cottrau a Posillipo!....

Napoli, Giugno 1898.

Ing. CORRADO CAPOCCI.

ALLINEATORI E SQUADRI A SPECCHI.

(Vedi Tav. 26)

Per quanto nell'uso pratico e nelle operazioni a cui si adibiscono questi strumenti, l'esatta determinazione di un punto d'un allineamento individuabile con i primi, e del vertice d'un certo angolo costante individuabile con i secondi non abbia grande importanza, pure una tale ricerca non mi appare priva d'interesse, più che teorico pratico, anzi, permettendo essa di estendere l'efficienza degli strumenti a riflessione, i quali, pel loro facile maneggio, pel piccolo volume e costo, meritano di generalizzarsi nell'uso soppiantando gli squadri semplici metallici più incomodi e costosi.

RIFLESSIONE SUCCESSIVA SU DUE SPECCHI AD ANGOLO.

I. — Siano MN ed RS le traccie di due specchi inclinati di un angolo α fra loro e normali al piano della fig. 1.ª (Tav. 26) ed A sia un punto luminoso del piano stesso ed interno all'angolo α.

Di A lo specchio MN dà l'imagine B e quello RS l'imagine C. Inoltre, se consideriamo il raggio AD, esso è riflesso dallo specchio RS secondo DF — passante per C — ed in F è riflesso ancora dallo specchio MN secondo FE, in guisacchè, per la doppia riflessione, si ottiene un'altra imagine A_1, che sarebbe quella di C rispetto allo specchio MN, ma che a noi gioverà considerare come l'imagine di A rispetto un certo specchio fittizio XY del quale determineremo la posizione relativamente agli specchi dati.

D'altra parte, se consideriamo un raggio AD_1 incidente lo specchio MN, da questo sarà riflesso secondo D_1F_1 — il cui prolungamento passa per B — e andrà all'appulso di RS in F_1 nel cui punto verrà riflesso secondo F_1E_1 dandoci una seconda imagine A_2, ch'è quella di B rispetto RS, ma che noi considereremo quale imagine del punto obbiettivo A data da un secondo specchio fittizio X_1Y_1 del quale ci sarà facile determinare la posizione risguardo agli specchi dati.

Sappiamo già che gli angoli in E ed E_1, formati dal raggio incidente col suo corrispondente doppiamente riflesso, sono costanti ed eguali al doppio dell'angolo dei due specchi ($\varphi = \varphi_1 = 2\alpha$), e che questa proprietà regge qualunque sia il raggio analogo ad AD o AD_1 che si considera con quello che vi corrisponde per doppia riflessione; donde la conseguenza che le imagini A_1 ed A_2 sono indipendenti dall'angolo della prima incidenza, e, perciò, immobili mentre si rota il sistema dei due specchi intorno alla loro comune intersezione (che chiameremo *asse*); perchè detta rotazione non ha altro effetto che cambiare appunto l'angolo della prima incidenza.

II. — Congiungiamo ora il punto O (piede dell'asse, da ritenersi perpendicolare al piano della figura) con A, B, C, A_1 ed A_2; essendo A simmetrico di C rispetto RS, e C simmetrico di A_1 rispetto MN, risulta:

$$OC = AO \qquad e \qquad OC = OA_1, \qquad d'onde \qquad OA = OA_1.$$

Quindi se da O si abbassa la perpendicolare XY sulla AA_1 il piede H riesce il punto di mezzo di AA_1 e la XY *farà l'ufficio dello specchio semplice sostituente i due ad angolo per l'imagine A_1 data da essi per doppia riflessione.*

Similmente, essendo A simmetrico di B rispetto MN e B di A_2 rispetto RS avremo: $OB = OA$ e $OB = OA_2$, da cui $OA = OA_2$. Dunque abbassando da O la perpendicolare X_1Y_1 sulla AA_2, il suo piede H_1 sarà il punto di mezzo della AA_2, e, perciò, X_1Y_1 *sarà lo specchio semplice fittizio sostituente, per l'imagine A_2, i due proposti.*

Se riflettiamo poi che $OA = OB = OC = OA_1 = OA_2$ ne dedurremo che: *tanto le imagini ottenute per semplice rifiessione su ciascuno degli specchi, come quelle ottenute per doppia ed il punto obbiettivo, sono tutti su di una stessa circonferenza, che ha per centro un punto (O) dell'asse e per raggio la distanza (OA) del punto obbiettivo A dall'asse stesso.*

III. — Essendo, inoltre, AB e CA_1 perpendicolari ad MN, saranno parallele fra loro; per cui gli archi $\overset{\frown}{AC}$ e $\overset{\frown}{BA_1}$, e le corde sottese riusciranno eguali. Del pari, essendo AC e BA_2 perpendicolari ad RS, e perciò parallele, gli archi $\overset{\frown}{AB}$ e $\overset{\frown}{CA_2}$, come le corde su cui insistono, riesciranno pure eguali. Allora i due triangoli ABA_1 e ACA_2 avendo

$$BA_1 = AC \quad , \quad AB = CA_2 \quad , \quad B\hat{A}A_1 = C\hat{A_2}A \quad e \quad B\hat{A_1}A = C\hat{A}A_2$$

sono eguali e, quindi, $AA_1 = AA_2$.

Da quest' ultima eguaglianza deriva quella dei due triangoli AOA_1 e AOA_2, come aventi i tre lati rispettivamente eguali, donde OA risulta la bisettrice dell' angolo $A_1\widehat{A}A_2$

Essendo poi retti gli angoli in H ed H_1 del quadrilatero $AHOH_1$, l'angolo $X_1\widehat{O}Y$ risulta il supplemento di $A_1\widehat{A}A_2$ ed è, alla sua volta bisecato dalla OA.

Da quanto precede resta dunque dimostrato:

1.° *Che entrambi gli specchi fittizi passano per l' asse degli specchi dati;*

2.° *Che i detti specchi fittizi sono egualmente inclinati sul piano definito dall'asse e dal punto obbiettivo A;*

3.° *Che le imagini A_1 e A_2, ottenute per doppia riflessione, sono simmetriche rispetto la perpendicolare abbassata dal punto obbiettivo A sull' asse del sistema.*

IV. — Vogliamo provare ora che: *l' angolo $A\widehat{O}Y$, metà di quello degli specchi fittizi, è uguale all'angolo $S\widehat{O}N$ degli specchi dati; ossia che $X_1\widehat{O}Y = 2\alpha$.*

Gli angoli predetti hanno la parte $A\widehat{O}N$ comune, quindi se proveremo che le restanti parti $S\widehat{O}A$ ed $N\widehat{O}Y$ sono eguali fra loro, avremo provata la tesi.

Si osservi che l' angolo $N\widehat{O}Y$ fa parte del triangolo GOH simile all' altro APG; perchè entrambi rettangoli l' uno in H e l'altro in P, ed aventi gli angoli in G eguali come opposti al vertice, per cui $N\widehat{O}Y = B\widehat{A}A_1$. Ma $B\widehat{A}A_1$, perchè angolo inscritto, è misurato dalla metà di $\overset{\frown}{A_1B}$, e l'angolo $S\widehat{O}A$, perchè al centro, è misurato dall'arco $\overset{\frown}{AT}$, metà di $\overset{\frown}{AC}$; ossia di $\overset{\frown}{A_1B}$, dunque sarà: $B\widehat{A}A_1 = N\widehat{O}Y = S\widehat{O}A$, e, perciò,

$$X_1\widehat{O}Y = 2\alpha = \varphi.$$

Questo teorema ci offre il modo di costrurre *a priori* gli specchi fittizi dato il sistema dei due ad angolo ed il punto obbiettivo.

Infatti facendo in O e con OA, e da parti opposte di questa retta, due angoli eguali fra loro ed a quello α degli specchi dati, i due lati risultanti rappresenteranno gli specchi fittizi rispetto cui, poi, si potranno determinare le imagini del punto obbiettivo A, imagini che corrisponde-

ranno a quelle ottenibili per doppia rifiessione su ciascuno degli specchi proposti.

V. — Osserviamo che crescendo α cresce pure l'angolo $X_1\widehat{O}Y$ fra gli specchi fittizi, e, quando α varia fra 45° e 90°, diminuisce in pari tempo la distanza fra le imagini A_1 ed A_2 da 2.OA a zero.

Infatti, quando $\alpha = 45°$, $X_1\widehat{O}Y = 90°$ e, perciò, pure retto sarà il suo supplemento $A_1\widehat{A}A_2$, e, quindi, $\overline{A_1A_2}$ sarà un diametro del cerchio O. Crescendo poi α da 45° a 90°, cresce $X_1\widehat{O}Y$, che diviene ottuso e diminuisce il suo supplemento $A_1\widehat{A}A_2$ divenendo sempre più acuto, e la $\overline{A_1A_2}$ diventa una corda del cerchio O, tanto più piccola per quanto più acuto è l'angolo $A_1\widehat{A}A_2$, in modocchè, quando $\alpha = 90°$, $X_1\widehat{O}Y = 180°$, $A_1\widehat{A}A_2 = 0°$ e le due imagini A_1 e A_2 si confondono in un'unica A'. In questo caso i due specchi fittizi coincidono col diametro UV perpendicolare ad OA e *l'imagine doppiamente riflessa sarà il punto A' simmetrico di A rispetto l'asse.*

VI. — Tutt'i raggi incidenti su RS (fig. 2) ed emananti da A, danno luogo ad un fascio di raggi doppiamente riflessi e convergenti in A_1, e gli angoli come φ, formato da ciascun raggio incidente col suo corrispondente doppiamente riflesso, son tutti eguali fra loro, perchè doppi di α, dunque *il luogo dei vertici come E di questi angoli sarà l'arco capace dell'angolo $\varphi = 2\alpha$ descritto sulla corda AA_1, ed è facile riconoscere che questo arco passa pel punto O dove l'asse è tagliato dal piano di riflessione.*

Infatti l'angolo $A\widehat{O}A_1 = 2A\widehat{O}Y = 2\alpha$ dunque il punto O appartiene all'arco predetto.

Il luogo del vertico E è l'arco insistente sulla corda AA_1 e passante per O; ma quello utile al fenomeno che studiamo è solo una parte dell'arco sotteso dalla corda OA, e, propriamente, quella più prossima ad O ove sono gli specchi.

L'arco $\overset{\frown}{OEA}$ è capace di un angolo di $90° + \alpha$. Infatti

$$A\widehat{E}O = A\widehat{E}A_1 + O\widehat{E}A_1;\ \text{ma}\ A\widehat{E}A_1 = 2\alpha \ \text{e}\ O\widehat{E}A_1 = O\widehat{A}A_1 = 90° - \alpha,$$

quindi $A\widehat{E}O = 2\alpha + 90° - \alpha = 90° + \alpha$.

VII. — Avendo dimostrato innanzi che $AA_2 = AA_1$, ed essendo invariabile l'angolo α dei due specchi, ne deriva che il luogo dei vertici

come E_1 (effettuando, cioè, la prima riflessione su MN e la seconda su RS) è un arco identico al primo descritto sulla corda AA_2 e passante per O, e del quale, quello utile al nostro fenomeno, è una breve parte dell'arco insistente sulla corda OA.

I centri dei due archi predetti sono i punti V e W ottenibili innalzando sul mezzo Z della corda OA la perpendicolare ad essa fino ad incontrare OY ed OY_1.

I due archi $\widehat{AEO}$ *ed* $\widehat{AE_1O}$, avendo in comune la corda OA e lo stesso raggio, *sono simmetrici rispetto questa corda.*

Finalmente il quadrilatero AVOW, avendo le diagonali OA e VW ortogonali fra loro e dividentisi in Z in parti eguali, sarà una losanga, per cui $V\widehat{A}W = Y_1\widehat{O}Y = 2\,\alpha$.

Se il punto obbiettivo A fosse esterno all'angolo dei due specchi, ma così situato da poter mandare raggi incidenti su un solo degli specchi proposti, ad uno solo si ridurrebbero gli archi di cui innanzi e la parte utile al fenomeno riescirebbe interna all'angolo α.

VIII. — Vediamo ora che cosa succede quando si sposta il punto obbiettivo A.

Se si trasporta in A' sulla OA, di esso lo stesso specchio fittizio XY ci dà l'imagine A_3 corrispondente a quella ottenuta per doppia riflessione prima su RS e poi su MN, ed il lungo de' vertici corrispondenti ad E, sarà l'arco $\widehat{A'OA_3}$ descritto su $A'A_3$ e capace dell'angolo $\varphi = 2\,\alpha$, arco che passa sempre per O.

Se, invece, il punto obbiettivo si trasporta in A'', lungo un raggio incidente qualunque AD, lo specchio fittizio diviene X'Y', l'imagine l'avremo in A_4 e l'arco $\widehat{A''OA_4}$ descritte sulla corda $A''A_4$ e capace dell'angolo φ, oltre al passare per O, passerà pure per E. Dunque *noi vedremo l'imagine sulla stessa direzione in cui si vedeva quella* A_1 *quando il punto obbiettivo era A, ma, inoltre, non muterà la posizione del vertice E dell'angolo costante. E poiché, qualunque sia la posizione del punto obbiettivo, girando opportunamente il sistema degli specchi intorno all'asse, noi potremo vedere sempre l'imagine sua ottenuta per doppia riflessione su di una certa direzione prestabilita, così potremo rendere invariabile la posizione del vertice dell'angolo costante.*

Applichiamo quanto innanzi agli strumenti a riflessione.

IX. — *Allineatore a specchi.* — La simmetricità fra l'imagine e il corpo obbiettivo rispetto l'asse di due specchi ortogonali (V), rende l'allineatore a specchi non solo di facile maneggio, ma sicuro e usabile in qualunque terreno.

Infatti siano MN ed RS (fig. 3) le tracce dei piani di due specchi ortogonali fra loro ed al piano della figura, ed O il piede del loro asse. Se A è il punto obbiettivo, B e C ne sono le imagini semplicemente riflesse, l'una dallo specchio MN e l'altra da RS ed A' sarà quell'unica ottenuta per doppia riflessione indifferentemente prima su MN e poi su RS o viceversa.

A ed A' sono simmetriche rispetto O ed un osservatore posto su una direzione A'F o A'F' vedrà in A' l'imagine del punto A situato alle sue spalle ed i raggi incidenti AD e AD' su RS, saranno rispettivamente paralleli ad A'F ed A'F'.

Il punto O sarà sull'allineamento AA', e per non mutare A' mentre si rota l'istrumento intorno al suo asse, se questo sarà verticale, adattando in corrispondenza di O all'armatura dell'allineatore un filo a piombo, avremo mezzo di proiettare a terra il punto O sul sicuro allineamento di A e A'; oppure di piazzarci con lo strumento su di un punto del terreno onde prolungare l'allineamento individuato da questo punto e da un altro qualunque.

Richiamiamo ancora il fatto che il piano di riflessione è sempre perpendicolare all'asse dello strumento, quindi il nostro allineatore potrà adoperarsi con pari sicurezza anche in terreno accidentato, dove, cioè, non è permesso di mantenere verticale l'asse. Basterà, in simili casi, inclinare l'asse di quella quantità necessaria ad ottenere il fenomeno e la imagine A' di A cercarla nella parte dello specchio più prossima al fondo della sua armatura, e allora la proiezione del punto O sul terreno, anche essendo l'asse inclinato, cadrà sempre sull'allineamento AA'. L'allineatore a specchi gode quindi della stessa proprietà del prisma a tripla riflessione di Porro studiato dal Casorati.

X. — Dovendo l'oggetto di cui si cerca l'imagine trovarsi dietro le nostre spalle, bisognerà che guardando in uno degli specchi non si mascheri con la testa l'altro ai raggi incidenti che provengano dal punto; oltrecchè bisogna che lo strumento si presti indifferentemente a traguardarvi tanto con l'occhio destro che col sinistro a seconda degli operatori. Cerchiamo quindi le dimensioni minime di un simile istrumento capace di soddisfare alle condizioni enunciate.

Sia $\widehat{SON}$ un angolo retto (Fig. 4) e tiriamo perpendicolarmente alla bisettrice OG la XY per O, prendiamo su questa OI = OK = cm. 3,5 e per I e K tirando le parallele ad OG, otterremo in D e F i punti in cui far cadere i centri dei due specchietti ab e $a_1 b_1$: se consideriamo AD come raggio incidente, A'F sarà il suo corrispondente doppiamente riflesso e reciprocamente, e la distanza fra i due è di 7 centim., più che sufficiente acchè testa ed orecchio non imbarazzino la visione dell'ima-

gine A' di A se si traguarda con l'occhio destro; oppure dell'imagine A di A' se si traguarda col sinistro.

Dal triangolo OKF, rettangolo isoscele, si deduce OF = OD = cm. 4,95 e lo strumento andrà usato in modo che il raggio incidente sia inclinato di 45° sullo specchio, il che è sempre ottenibile rotando lo strumento intorno al suo asse e sarà facilitato da frecce incise sull'armatura e indicanti la direzione secondo la quale devesi traguardare nella ricerca dell' imagine.

Il nostro allineatore avrà dunque la forma di un triangolo rettangolo isoscele i cui cateti hanno 6 cm. di lunghezza: due specchietti $ab = a_1b_1 = 1$ cm., saranno situati coi loro piani perpendicolarmente al fondo dell'armatura e con i punti di mezzo coincidenti con D ed F. In corrispondenza di O, e sotto l'armatura, vi dovrà essere un piccolo gancio per appendervi il filo a piombo, e in H si fisserà a vite un piccolo manico per sorreggere e maneggiare lo strumento senza toccare il filo a piombo.

XI. — *Squadro a specchi per angoli di* 90° *o* 45°. — Il fenomeno messo in luce al N. VIII, della possibilità, cioè, di rendere invariabile la posizione del vertice dell'angolo costante formato dal primo raggio incidente con quello doppiamente inflesso, permette agli squadri a riflessione, al pari di quelli metallici, la sicura individuazione sul terreno del vertice dell'angolo costantemente doppio di quello dei due specchi.

Ciò essendo, nè convenendo insistervi, occupiamoci quì della forma, dimensione e costruzione di uno squadro a 90°.

Sia $\widehat{SON}$ un angolo di 45° (fig. 5) e PD una direzione inclinata di 75° sul raggio DS: se in D è uno specchio piano, questo rifletterà il raggio PD secondo DF e mettendo in F un secondo specchio piano, esso rifletterà ancora il primo raggio secondo FE normale a PD. Qualunque sia il punto della direzione PD in cui supporremo posto un segnale, l'imagine di questo la vedremo in un certo punto di EP' ed il vertice E dell'angolo retto non muta.

La posizione di questo vertice è facilmente determinabile, data la posizione del raggio PD, sulla quale sarà sempre possibile far cadere un segnale qualunque del terreno, bastando perciò di cercare l'imagine sua sulla direzione EP', la quale, alla sua volta, potrà fisicamente individuarsi e con un trattino corrispondente al punto F da incidersi sullo specchio, e da un tratto parallelo ad EF inciso sull'armatura esterna dello squadro e che indicherà la direzione secondo cui dovrà guardarsi nello specchio a_1 b_1.

Assodato quanto innanzi, se l'incidenza di PD è di 15°, quella del raggio riflesso DF sullo specchio a_1b_1 risulta di 30°; facendo ora OD = cm. 2,5, dal triangolo ODF ricaveremo: OF = cm. 2,0412, e, quindi, dal

triangolo rettangolo DEF, in cui si conoscono l'ipotenusa DF e gli angoli, si dedurrà FE = cm. 1,0206 e, perciò, resterà determinata la posizione del vertice E.

In corrispondenza di questo punto si potrà fissare all'armatura un gangetto per appendervi il filo a piombo; mentre in corrispondenza di un altro punto V si fisserà il piccolo manico per maneggiare lo strumento senza scontrare il filo.

Per la scelta fatta dell'angolo della prima incidenza (molto appropriato al fenomeno che c'interessa) deriva che il punto di cui si cerca l'imagine doppiamente riflessa, oltre ad essere esterno agli angoli degli specchi, deve trovarsi a sinistra di chi guarda per lo squadro nello specchio a_1b_1; ma, osservando che se si capovolge lo strumento facendolo rotare intorno l'asse OE, in guisa che il fondo divenga coperchio e viceversa, le direzioni incidente e doppiamente riflessa vengono ad assumere posizioni simmetriche alle attuali rispetto l'asse predetto, ne verrà che il detto squadro potrà utilizzarsi anche nel caso in cui il segnale trovasi a destra dell'osservatore.

Due quindi dovranno essere i gangi posti in corrispondenza delle proiezioni di E sul fondo e sul coperchio, ed il manico dovrà farsi a vite, scavandosi due chiocciole nell'armatura predetta.

Si noti ora che il piano di riflessione è sempre normale all' asse dello strumento, e, perciò, l'angolo formato dal raggio incidente con quello doppiamente riflesso, nel mentre è retto, sarà però un angolo di posizione, la cui proiezione sull' orizzonte del vertice riescirà acuta o ottusa e mai retta quando l'asse non sia verticale. Di quì la conseguenza che un simile squadro non potrà adoperarsi in terreni accidentati.

Uno squadro come quello proposto presenta dimensioni minime. Agli specchietti può darsi una lunghezza di appena un centimetro ed ancora meno di altezza e le braccia dell' angolo non raggiungeranno i 4 centimetri.

In modo analogo si comporrebbe uno squadro a 45°, determinandone con lo stesso metodo la posizione fissa del vertice dell' angolo da individuare.

Agosto 1897.

Ing. Prof. O. Jacoangeli.

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

Sulla scelta di un sistema di pavimentazione per Milano. — Riportiamo pressochè interamente la Relazione fatta dall'Ufficio tecnico municipale di Milano al Consiglio Comunale in una delle ultime tornate. È un lavoro fatto con speciale competenza e concernente una delle più gravi questioni che oggidì si presentano a chi studia l'assetto della viabilità nelle città di grande traffico.

(La Redazione).

La scelta di un sistema di pavimentazione stradale urbano, o meglio la scelta dei sistemi più adatti alle varie categorie di strade in una città, è un problema la cui soluzione è difficile, e si può anzi dire che in nessuna città importante esso fu ancora definitivamente risolto.

La questione è ancora più difficile nel caso della città nostra, dove la maggioranza dei cittadini ha fino ad oggi ritenuto che il sistema di pavimentazione adottato dal principio di questo secolo, sistema unico per tutte le strade, fosse buono, e che fosse da attribuirsi soltanto a trascuranza nella manutenzione ordinaria, il cattivo stato in cui effettivamente oggi sono ridotte le strade nostre più frequentate.

Questa opinione, che certo in qualche parte ha un fondo di verità, risulta dal fatto che davvero parecchie decine d'anni fa le strade avevano fama, allora meritata di belle e ben tenute, e questa fama non si limitava alla Lombardia, ma si era estesa all'estero; tanto è che nei libri tecnici inglesi, tedeschi e francesi riguardanti le pavimentazioni stradali, trovasi riportato il tipo della pavimentazione milanese, ma però sempre con questa osservazione: « che il sistema non » può dar buon risultato se non quando il carreggio sia così limitato da permet- » tere al maggior numero dei veicoli di mantenersi sulle rotaie di granito, » su quelle lastre che da noi si chiamano *trottatoj*.

Fu verso il 1810 che si iniziò la riforma stradale di Milano secondo il tipo che ancora vediamo in quasi tutte le nostre vecchie strade e cioè con cunetta centrale, rotaie di granito, falde in ciottoli e marciapiedi a livello; il sistema corrispose difatti alle esigenze d'allora e per parecchi anni in seguito, finchè scarso era il carreggio, rarissime o limitate erano le manomissioni stradali; ma quando in conseguenza dell'aumentato traffico e della collocazione nel sottosuolo delle tubazioni del Gas (1845 per il Circondario interno, 1870 per i Corpi Santi) le strade cominciarono a trovarsi in meno buone condizioni, non si volle riconoscerne la causa nel sistema inadatto alle crescenti esigenze, ma solamente nella trascuranza degli appaltatori della manutenzione, e nella poca sorveglianza e severità da parte degli incaricati municipali.

È opportuno, e anche doveroso verso chi ci ha preceduto nell'ingrato ufficio della manutenzione stradale, di constatare come le lamentanze per le condizioni poco buone della nostra viabilità non datino da pochi anni, ma almeno da un

quarto di secolo, cosicchè può giustificarsi la supposizione che la fama delle nostre strade siasi appunto formata solo in quegli anni che precedettero allo sviluppo della città e nei quali si andava compiendo la riforma della pavimentazione.

Già intorno al 1865 si cominciarono a studiare ed esperimentare altri sistemi, perchè il ciottolato mal resisteva al crescente roteggio ed i trottatoi richiedevano troppo frequenti spianamenti e ricambi con grande disturbo della cittadinanza; ma i lamenti andarono gradatamente crescendo, tantochè nel 1873 le cose arrivano ad un punto tale che la Giunta Municipale ne è seriamente preoccupata: difatti agli atti Municipali $\frac{13389}{1134}$ III di quell'anno si trova che l'Assessore Tagliasacchi, nell'invitare l'Ufficio Tecnico a presentare i nuovi capitolati d'appalto per la manutenzione stradale, scriveva:

« L'Ufficio Tecnico vorrà compiacersi di prendere in considerazione le *molte*
» *lagnanze* che dalla cittadinanza tutta vengono ripetute circa lo stato di manu-
» tenzione stradale. — Esse furono oggetto di *ripetute interpellanze* al Consiglio
» comunale, e la Giunta non potrebbe alla cieca passare ad un nuovo contratto
» senza prima esaminare se nelle basi contrattuali adottate fino ad oggi non siavi
» qualche difetto che importi correggere. Nè la Giunta, nè l'Ufficio Tecnico de-
» vono disconoscere, che sebbene molte lagnanze provengono da un incompleto
» apprezzamento delle conseguenze inerenti allo *straordinario movimento dei vei-*
» *coli*, pur tuttavia molte delle stesse lagnanze sono appoggiate a condizioni di
» fatto per le quali è possibile un rimedio ».

Ed a questa premessa l'Assessore fa seguire alcune sue considerazioni sui capitolati allora in vigore, ma nessun lontano accenno alla possibilità di un difetto nel sistema di pavimentazione ed alla opportunità dello studio di quanto andavasi già facendo in altre città italiane e forastiere a questo riguardo.

L'Ufficio Tecnico, pur riconoscendo che i contratti di manutenzione, fino allora quasi intieramente a corpo per i selciati e per i lastricati, richiedevano di essere modificati, aggiungeva:

« Siccome poi è dimostrato che i selciati, *sieno pure eseguiti a regola d'arte,*
» male resistono all'incessante carreggio, ma d'altra parte si prestano alle fre-
» quenti manomissioni e ripristini estranei alle manutenzioni, così sarà opportuno
» a poco a poco diminuirne la superficie. A questo scopo varrà efficacemente la
» adozione del *doppio binario* nelle corsie e corsi di primo ordine, e la sostitu-
» zione delle lastre di 0, 75 a quelle di 0, 60 riconosciute già da tempo insufficienti ».

Si noti che nel 1873 la popolazione della città raggiungeva appena i 270 000 abitanti, dei quali 60000 nei Corpi Santi; che nel sottosuolo stradale non trovavasi che la tubazione del gas, mentre oggi abbiamo una popolazione di 470 000 abitanti, una rete di distribuzione del gas raddoppiata in tutte le strade principali, una rete di distribuzione dell'acqua potabile, una per la distribuzione dell'energia elettrica, una, benchè ancor limitata, per il servizio telefonico; e nel soprasuolo abbiamo 90 chilometri di binario tramviario di proprietà del Comune.

Si noti che l'esistenza delle rotaie di pietra o trottatoi è incompatibile coll'armamento delle tramvie ad appoggio continuo a meno che il fungo del rail non raggiunga l'altezza di almeno 23 centimetri; e gli armamenti a traversine e cuscinetti hanno fatto troppo cattiva prova coi tram a cavalli perchè si possa pensare ad adottarli per la trazione elettrica. Ma quando anche si combinasse un armamento della tramvia il quale consentisse la posa dei trottatoi, resterebbe sempre l'impossibilità di mantenere in buon stato le listerelle di selciato che ne risulterebbero fra le rotaie di ferro e quelle di pietra. Meglio varrebbe pertanto

estendere il lastricato all'intera zona dei binari e dell'interbinario, come si fece per la Via Cesare Correnti, se anche questo sistema non avesse il difetto di predisporre una buona pavimentazione precisamente per quella zona stradale che le vetture sono costrette ogni momento ad abbandonare per lasciare il passo alla tramvia.

Da quanto si è brevemente accennato, una conseguenza risulta evidente, ed è: che la necessità del servizio tramviario ha impedito di applicare quell'unico rimedio che nel 1873 l'Ufficio Tecnico proponeva per il miglioramento della viabilità cittadina.

Ma è ancora opportuno di osservare che, a parte le difficoltà costruttive le quali si oppongono a collocare e mantenere in una strada i trottatoi di granito nella stessa sede della tramvia, l'utilità dei trottatoi stessi riesce illusoria appunto perchè i veicoli sono troppo spesso obbligati dai carrozzoni del tramway ad abbandonarli.

Perchè una strada possa essere sistemata a doppio trottatoio, (un solo binario di trottatoi non ha utilità in una strada frequentata) e possa contenere una doppia linea di tramway (come ciò richiedesi, per la conformazione radiale della nostra rete stradale, su tutte le strade principali) è necessario una larghezza di carreggiata di almeno m. 11,20 come risulta dalle seguenti cifre:

Larghezza dei carrozzoni delle tramvie . . . . . . m. 2,20 × 2 = m.	4,40
Distanza libera fra due vetture della tramvia . . . . »	0,50
Distanza fra i carrozzoni della tramvia e gli altri veicoli m. 0,70 × 2. »	1,40
Carri da trasporto: larghezza 2,20 × 2 . . . . »	4,40
Distanza di questi dal marciapiedi durante il movimento: 0,25 × 2 . . »	0,50
Ritorna la suesposta larghezza di carreggiata in m.	11,20

Ora le nostre principali arterie, per quanto ridottone lo spazio destinato ai pedoni, non consentono di assegnare alla carreggiata una larghezza costante di m. 11,20 o almeno di m. 11,00 (1) alla quale, come ultima concessione, essa potrebbe essere ridotta; ciò appare dal seguente prospetto:

NOME DELLA STRADA	Larghezza della carreggiata media		Larghezza della carreggiata minima	
Corso Vittorio Emanuele . . .	9	—	8	85
Via Carlo Alberto	10	—	10	—
Via Mercanti	12	—	11	50
Via S. Margherita	10	—	10	—
Via Manzoni	11	—	7	20
Via Broletto	9	—	4	70
Corso Garibaldi	10	—	5	50
Corso di P. Ticinese	9	—	9	—
Via Cesare Correnti	9	20	9	20
Via Torino	10	—	9	50

(1) Un esempio di una tale disposizione stradale si ha nella nuova Via Indipendenza a Bologna, larga appunto m. 11,00 fra i porticati. Essa è come sistemazione stradale di brutto aspetto e mal si presta allo scarico delle acque.

Ma anche nelle strade in cui si potesse mantenere la carreggiata della larghezza di m. 11,00 l'impiego dei trottatoi non potrebbe aver luogo se non ritornando ad un tipo di sezione a cunette sul terzo della carreggiata, onde poter collocare i trottatoi lateralmente alle cunette stesse e tenerli così ad uguale livello, senza di che il carreggio riuscirebbe lungo i medesimi difficile ed incomodo; ad ogni modo nelle arterie principali non potendo verificarsi che i veicoli camminino costantemente in due ordinate file, l'uso dei trottatoi non è raccomandabile.

Dobbiamo per questo abbandonare completamente il sistema?

Nelle strade non molto frequentate i trottatoi possono presentare ancora tutti i vantaggi che presentavano nei tempi in cui le strade di Milano, appunto perchè soggette a limitatissimo roteggio, furono oggetto di ammirazione; ma nelle arterie principali il sistema delle strade listate dev'essere abbandonato per sostituirlo con una pavimentazione uniforme, la quale permetta ai veicoli di circolare in qualunque punto della strada colla stessa resistenza. Questo sistema, oltrechè più vantaggioso al carreggio, è economicamente migliore, perchè con esso si ha un consumo più uniforme della strada e non si producono le solcature profonde che oggi vediamo nei trottatoi e che obbligano a frequenti, costosi ed incomodi spianamenti.

Per le strade di limitata grandezza il sistema non porta ad una sensibile maggiore spesa, come risulta dal seguente specchietto, e per strade a larghi marciapiedi il sistema stesso riesce anzi vantaggioso.

Costo d'impianto al metro corrente della sistemazione di una strada della larghezza media m. 14,00 *(Corso Vittorio Emanuele).*

INDICAZIONE DELLE OPERE	Con marciapiedi rialzati (A)			Con marciapiedi a livello (B)		
	quantità	prezzo	importo	quantità	prezzo	importo
Cordoni di Granito 20/30 . . . ml.	2 —	7 —	14 —			
Asfalto mq. 2,30 × 2	4 60	4 90	22 54			
Lastricato della carreggiata. . mq.	9 —	16 50	148 50			
Bocchette e pozzetti in numero di 2 ogni 20 m.	2/20 —	50 —	5 —			
Totale . . .	. . .	. . L	190 04			
Marciapiedi di granito Montorfano mq.	— —	— —	— —	5 —	18 —	90 —
Trottatoi di S. Fedelino, spess. 0,20, larghezza 0,75 . . . . . . ml.	— —	— —	— —	4 —	19 70	78 80
Selciato in ciottoli . . . . . mq.	— —	— —	— —	6 —	1 60	9 60
Bocchette e pozzetti in numero di 2 ogni 10 m.	— —	— —	— —	2/10 —	50 —	10 —
Totale (2) .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . L.	188 40

(1) Le cunette in sede carreggiabile non possono avere la pendenza di quelle contro i marciapiedi rialzati e quindi le bocchette debbono essere più frequenti.

(2) Calcolati i prezzi normali con ribasso 10 per cento.

Il confronto è ancora a vantaggio del sistema moderno nei riguardi della spesa di manutenzione.

Difatti i marciapiedi di asfalto sono guarentiti gratuitamente per anni dieci, e possono essere rinnovati al termine di 10 anni con una spesa di sole L. 3, 50 al metro quadrato.

I marciapiedi di granito, dato che non vengano manomessi, (il che è contrario al vero) hanno una durata che può valutarsi di anni 40, ma richiedono ogni 5 anni una spuntatura, ed in conseguenza delle manomissioni frequenti un riordino completo almeno ogni 15 anni: il valore del materiale ricavabile dai marciapiedi dopo i 40 anni si può calcolare a L. 7 al mq. Le opere di spianamento e rialzo dei trottatoi si richiedono a periodi annuali tanto piú frequenti quanto più intenso è il carreggio. Si calcola che sulle strade come il Corso Vittorio Emanuele e la Via Torino, con un carreggio medio da 7 ad 8 mila cavalli in 24 ore occorra una di tali operazioni ogni 5 anni, ed ogni 20 il ricambio completo delle lastre.

Il lastricato esteso a tutta la strada ha una maggiore durata perchè il carreggio è meno localizzato e gli spianamenti non richiedono un consumo di pietra così forte come nel caso dei trottatoi. — Si può calcolare che ogni 12 anni occorra uno spianamento e riordino di un lastricato esteso a tutta la sua superficie, e che dopo due di questi riordini, cioè dopo 36 anni, il materiale non possa essere impiegato che in istrade di secondaria importanza (1).

Si può pertanto istituire il seguente conto di parallelo fra i due metodi di sistemazione stradale, tenuto conto delle spese di successiva manutenzione.

a) **Costo della manutenzione perpetua di una strada larga m. 14,00 sistemata con doppio binario di tramvia, marciapiedi rialzati in asfalto e carreggiata di pietra.** (Tipo **A** — Sistemazione attuale del Corso Vittorio Emanuele).

1. Annualità corrispondente alla somma necessaria dopo anni 10 per ricostruire il pavimento d'asfalto

   L. 3,50 × mq. 4,60 = L. 16,10 al tasso del 4 p. c. . . . L. 1,34

2. Annualità corrispondente al rifacimento completo della carreggiata (2) ogni 12 anni con impiego del materiale esistente, sua lavoratura ed aggiunta del nuovo materiale in ragione di un decimo

   $\left\{ \text{L. } 4,25 + \frac{16,50}{10} \right\} \times \text{mq. } 9,00$ . . . . » 3,44

3. Annualità per ricostruire interamente dopo 36 anni la pavimentazione della carreggiata, dedottone l'importo dello spoglio, calcolato in L. 4,50 al mq. (L. 16,50 — 4,50) × mq. 9,00 . . . . » 1,40
4. Annualità per ricostruire interamente dopo 40 anni i cordoni del marciapiede, calcolatone l'importo in L. 14,00 . . . . » 0,15
5. Opere di riparazione ordinarie annuali alla carreggiata oltre quelle di cui al N. 2, mq. 9,00 × L. 0,15 . . . . » 1,35

Totale per ogni metro corrente L. 7,68

ossia L. 0,548 al metro quadrato.

(1) a Parigi si calcola la durata di questa pavimentazione a 35 anni.

(2) L. 4,25 corrisponde al prezzo del rifacimento della carreggiata con materiale in luogo; L. 16,50 è il costo della formazione della carreggiata compresa la provvista del materiale.

b) Costo della manutenzione perpetua di una strada larga m. 14, 00 sistemata con doppio binario di tramvia, marciapiedi granito a livello di trottatoi di pietra. (Tipo **B** — Vecchia sistemazione del Corso Vittorio Emanuele).

1. Annualità corrispondente alla somma necessaria dopo anni 40 per rifare i marciapiedi di granito dedottone il ricavabile valore di L. 7 al mq M. q. 5, 00 × (L. 18-7) al tasso del 4 p. c. . . . . L. 0, 58
2. Annualità corrispondente ad uno spianamento con piccoli ristauri ogni 5 anni: mq. 5, 00 × L. 2, 00 = L. 10, 00 . . . . » 1, 85
3. Annualità per il riordino completo ogni 15 anni dedotte per l'anno del riordino le L. 2, di cui al precedente (L. 6,50-2) × mq. 5,00 = 22,50 » 1, 12
4. Annualità c. s. per spianamento, rialzo, intestatura dei trottatoi ogni 5 anni e per gli annuali piccoli ritocchi:
   N. 4 × (L. 2,50 + 0, 25) = L. 11 . . . . . » 2, 03
5. Annualità corrispondente alla ricostituzione a nuovo dei trottatoi dopo 20 anni, dedotte le L. 2, 50 (1) dell'ultimo quinquennio ed il valore dello spoglio, valutato L. 6 al mq.
   N. 4 { 19, 70 — (6 × 0,75) — 2,50 } = L. 50, 80 . . . . 1, 71
6. Manutenzione annua del selciato nelle liste comprese fra i trottatoi e i binari della tramvia mq. 6 a L. 0, 25 . . . . » 1, 50

Totale per ogni metro corrente . . L. 8, 79

ossia L. 0, 627 al metro quadrato.

A parte le considerazioni riguardanti la spesa, ormai è provato che per assicurare la libera circolazione ai veicoli, è necessario che le manomissioni stradali siano ridotte al minimo e quindi che tutti i servizi sotterranei, causa di tali manomissioni, siano portati sotto i marciapiedi. Da ciò la conseguenza che il pavimento dei marciapiedi debba essere costituito da un materiale che facilmente si presti al disfacimento ed al rifacimento sollecito del medesimo: a ciò risponde l'asfalto colato sopra calcestruzzo, semprechè i marciapiedi non siano soggetti a carreggio, onde anche per questa ragione la necessità di farli rialzati.

Così il problema della pavimentazione dei marciapiedi si può dire felicemente risolto ed è inutile ed inopportuno perdersi in altri esperimenti. Siccome poi lo asfalto colato risponde non solo alle esigenze tecniche dell'igiene, a cui oggi si dà giustamente importanza, ma anche a quelle finanziarie, perchè costa meno di L. 5, 00 al mq. così potrà estendersi a tutte indistintamente le strade della Città.

Il problema non è ancora risolto, nè ammetterà una sola soluzione, per quanto riguarda il rivestimento della carreggiata.

Si è detto che per strade percorse dalle tramvie il pavimento a liste non va assolutamente; che in generale non corrisponde nè alle esigenze della viabilità nè alla economia della manutenzione nelle strade di intenso carreggio; nonostante in qualche caso particolare si dovrà ancora tentarne l'esperimento prima di abbandonarlo definitivamente; è per questa ragione che sui viali di circonvallazione nei quali è stato possibile assegnare alle tramvie una sede propria rialzata, centrale, si è mantenuta per la parte destinata agli altri veicoli la sistemazione antica a ciottoli e trottatoi.

(1) L. 2 50 rappresenta il costo dello spianamento, intestatura e refilatura dei trottatoi per ogni metro lineare come al N. 4.

A far ciò l'Ufficio Tecnico è stato consigliato, oltrechè da quella prudenza che si vuole sempre avere prima di abbandonare i vecchi per i nuovi sistemi, dalla considerazione che i trottatoi occorrenti alla sistemazione di quei viali e che provenivano dalla riforma di altre strade in conseguenza della posa del nuovo armamento per le tramvie, permettevano di attuare l'esperimento senza gran spesa. Ad ogni modo perchè il sistema a trottatoi possa dare buon risultato in tali strade soggette a pesante carreggio, è necessario che la pietra dalla quale si ricavano i trottatoi sia della massima durezza, e solamente il granito di S. Fidelino, e di questo quello bianco, risponde sufficientemente allo scopo.

Ma poche sono le strade importanti della nostra città per le quali sia possibile assegnare alle tramvie una sede propria; esse si riducono ai viali di P. Romana, di P. Vittoria, di P. Monforte e P. Venezia, ed alla via Legnano, cosicchè per tutte le altre strade percorse dalle tramvie bisognerà almeno nelle tratte di larghezza minore a m. 11,00 provvedere ad una pavimentazione uniforme della carreggiata.

Esaminiamo i vari sistemi di rivestimento del carreggiabile di una strada:

Il Mac-Adam è incompatibile coll'esistenza delle rotaie della tramvia; in tutte le città in cui le questioni di viabilità vennero seriamente studiate, non si fecero concessioni di linee tramviarie urbane, se non coll'obbligo alle Società richiedenti di lastricare a loro spese la zona del binario e due liste laterali di almeno 50 centimetri in tutte le strade sistemate a Mac-Adam. E difatti il pavimento a Mac-Adam è quello più d'ogni altro soggetto a variazioni frequenti e sensibili di livello in causa degli sfangamenti e dei ricarichi; inoltre esso è quello che più di ogni altro, nella stagione cattiva e dopo i ricarichi, invita le vetture a correre sopra le rotaie della tramvia, cagionando guasti al pavimento lungo le medesime e producendo altrettante solcature parallele ai binari. Soltanto nelle tratte di via in cui il carreggio dei veicoli ordinari segue un andamento normale ai binari è possibile mantenere il pavimento a livello colle rotaie.

La manutenzione del Mac-Adam su una strada stretta, poco ventilata, percorsa dalle tramvie e con forte carreggio è costosissima e praticamente impossibile; ad esempio prima che il viale Garibaldi fosse sistemato in granito come ora, la manutenzione in pietrisco, costò L. 0,73 al mq. nello stesso anno della sua formazione; poi l'anno successivo L. 0,888 ed il seguente L. 1,115, ben inteso avendo sempre una strada in continua riparazione, e nel massimo disordine nei giorni piovosi.

Il Mac-Adam può in certi casi essere un pavimento opportuno, quando sia applicato a grandi spazi, molto ventilati, ben esposti, poco carreggiati, e perciò in condizioni da non richiedere giornaliere riparazioni, nè da rendere queste difficili e d'incaglio al carreggio.

La buona manutenzione del Mac-Adam richiede una costante pulizia, periodici ed opportuni inaffiamenti, parziali risarcimenti con pietrisco minuto, e ricariche generali seguite da cilindratura.

Il Ciottolato. — Nelle strade ordinarie senza trottatoi l'esperienza insegna che quando il carregio supera i 2000 cavalli al giorno, il ciottolato, per quanto eseguito a perfetta regola d'arte, non resiste; i rifacimenti diventano di necessità tanto frequenti che la viabilità ne rimane incagliata.

La spesa di manutenzione annua per un traffico di 6 ad 8000 cavalli, e sopratutto nelle strade di pesante carreggio, sale a cifre elevatissime che corrispondono all'intiero costo del ciottolato e spesso lo superano; è un lavoro di Sisifo, che

non può tollerarsi nelle arterie di maggior traffico, come sono le nostre strade radiali e la Circonvallazione.

Ad esempio, la via Manzoni, che non può dirsi una strada di grande traffico, (da 2800 a 3000 cavalli al giorno), e che è percorsa da pochi carri pesanti, ora sistemata provvisoriamente in selciato, ha richiesto per la sola zona delle tramvie (1), una spesa di L. 1588, 23 durante cinque mesi, dall'Ottobre 1897 al Febbraio 1898, cioè che corrisponde a L. 1, 18 al mq. ed all'anno. — Notisi che l'invernata di quest'anno, senza gelo, fu molto propizia alla manutenzione del selciato.

Nei viali di circonvallazione il selciato senza trottatoi è assolutamente impossibile; quando dopo 2 o 3 giorni di pioggia il sottofondo si rende inevitabilmente cedevole, il passaggio continuato dei carri pesanti produce tali e tante solcature, che grandi rifacimenti si rendono necessari, e siccome questi debbono eseguirsi sempre sollecitamente onde non intralciare per troppo tempo il carreggio, così difficilmente riescono bene; e così anche pel ciottolato si verifica il fatto ormai riconosciuto che un pavimento stradale costa tanto più di manutenzione quanto meno è costata la sua costruzione.

In ogni modo il ciottolato, almeno finchè è nuovo, presenta una troppo grande resistenza alla trazione, e non è da ritenersi un pavimento adottabile per le strade principali; sotto questo riguardo è piuttosto preferibile il Mac-Adam, nelle strade non percorse dalle tramvie, perchè almeno nella buona stagione, con abbondanti inaffiamenti di notte, e con accurata spazzatura di giorno, si può mantenerlo unito, non polveroso, comodo pel carreggio e riesce poco rumoroso.

Il ciottolato non permette le lavature alla lancia, che ne scalzano la sabbia, e perciò anche sotto i riguardi igienici non è adatto alle strade più frequentate.

Uno dei pregi che si attribuiscono al pavimento di ciottoli è la facilità colla quale esso può essere disfatto e rifatto in poco tempo, e ciò è difatti un buon requisito per il pavimento delle zone stradali sotto le quali vanno collocate le condotte dei pubblici servizi; ma è evideute che una strada sottoposta a forte passaggio di vetture, deve essere manomessa il più di rado possibile. — Per questa ragione le condotte sotterranee, alle quali non si possa accedere senza manomettere la strada, e quindi tutte all'infuori delle fognature, si trasportarono sotto i marciapiedi ogni qualvolta la larghezza di questi lo consentiva.

Tolta la necessità di manomettere la pavimentazione della carreggiata per lavori in sottosuolo, viene a mancare uno dei titoli per i quali il selciato sarebbe maggiormente raccomandabile, e fa duopo cercare un pavimento che resista al carreggio e perciò non richieda continuo lavoro di manutenzione.

Furono esperimentati da una trentina d'anni, ed anche recentemente, ciottolati su fondo di ghiaia compressa, su fondo di calcestruzzo, i ciottolati doppi, i ciottolati in asfalto, ma il risultato fu sempre contrario all'aspettativa. — Il ciottolato, per la forma appuntata dei ciottoli, specialmente se nuovi, non permette la ripartizione uniforme dei pesi, quindi il sasso che solo sopporta la pressione di un grosso carico o si tritura, o si affonda, e una volta rotta la continuità della superficie, il pavimento in quel punto si deteriora rapidamente. — Sono migliori i pavimenti che si possono formare con ciottoli usati, perchè presentano una faccia piana, e perchè il materiale è effettivamente coll'uso già provato alla pressione.

(1) La larghezza della zona alla quale si riferisce questo conteggio è valutata in metri 5, ossia m. 2, 50 per ogni binario della tramvia; la lunghezza è di m. 640.

In qualche città dell'Italia centrale e del mezzogiorno della Francia, si fanno pavimenti con ciottoli accapezzati, cosicchè essi presentando una forma prismatica e la faccia superiore sufficientemente estesa, si mantengono meglio in sesto e meglio ripartiscono il peso sul sottofondo; i nostri ciottoli non si prestano ad essere lavorati in quel modo.

Viene da molti ripetuto che i ciottolati non sono più eseguiti con quella cura che si praticava in addietro; l'appunto è conforme al vero; è certo che i selciati eseguiti in questi due ultimi anni non debbono essere considerati come corrispondenti alle regole dell'arte; l'enorme lavoro al quale l'Ufficio tecnico è stato costretto per rispondere agli obblighi del Comune verso la Società Edison e risultanti dal contratto per l'esercizio delle tramvie, se è stato condotto coll'ordine logico, non sempre apparente, richiesto dalla successione delle opere fatte nel sottosuolo delle strade riformate, non venne sempre eseguito, per quanto riguarda la formazione di ciottolati, a regola d'arte. Ma si osservi che nè gli operai nè il materiale scelto nè il personale di sorveglianza possono improvvisarsi, e nella nostra città, in cui negli anni passati non si avevano mai di più di 80 selciatori, si è arrivati (in alcuni mesi del 1897) ad impiegarne 270. Si noti ancora che la esecuzione di un ciottolato a regola d'arte non può ottenersi senza interrompere completamente la viabilità, e la cosa, facile nelle città a scacchiera od in quelle in cui il nucleo centrale è limitato da una larga strada anulare, è difficile e gravoso nella nostra in cui principali arterie sono le radiali.

Milano possiede i migliori selciatori, tanto è vero che nei capitolati stradali di Torino si prescrive agli appaltatori che di tali operai una parte debbano essere Milanesi; con appalti speciali per le forniture dei ciottoli si potrà assicurarsi della provenienza e della buona qualità dei medesimi, e così, dividendo la fornitura dalla mano d'opera sarà possibile ritornare ai buoni selciati; ma è inutile farsi illusioni; nelle strade a carreggio pesante, ed in quelle percorse dalle tramvie e da numerose vetture, anche leggere, il pavimento in ciottoli non può assolutamente mantenersi; chi sostiene il contrario, esprime un'opinione la quale era contraddetta dai fatti almeno fino dal 1873.

Pertanto il ciottolato dovremo riservarlo alla pavimentazione delle strade poco carreggiate e nelle quali si possa rendere minore la resistenza alla trazione coll'impiego di rotaie di pietra.

Il ciottolato servirà ancora bene per tutte le sistemazioni provvisorie, essendo preferibile in quest'ufficio alla ghiaia, specialmente nelle strade strette, poco ventilate e molto frequentate dell'interno della città; e così ogni volta che si procede alla riforma di una strada, la si pavimenta in ciottoli onde lasciar tempo al fondo stradale di assettarsi prima di procedere alla pavimentazione definitiva.

Questo sistema è buono, ma sarebbe migliore quello di premettere alla sistemazione superficiale della strada la formazione di un solido sottofondo, che ormai nelle città importanti è costruito sempre da calcestruzzo. — Un tale provvedimento opportuno per le strade principali, e necessario a speciali pavimentazioni, non venne ancora attuato da noi per due motivi: in primo luogo perchè il termine assegnato contrattualmente al ricambio dell'armamento delle tramvie non consentiva anche un tale maggior lavoro; in secondo luogo perchè il livello da assegnarsi al piano superiore del sottofondo di calcestruzzo dipende dal genere di pavimentazione che si vuol adottare, e questo punto della questione non è ancora definito.

Ciò che non fu fatto ora potrà farsi in seguito, quando sia compiuta la rete

tramviaria, determinato il genere di pavimentazione da applicarsi nelle singole strade, e verificato coll'esperienza che i nuovi cavi elettrici ad alta tensione, i quali non trovarono posto sotto i marciapiedi, sono di tale costruzione da guarentire le strade da nuove manomissioni.

(Continua).

L'industria ed il consumo dei concimi artificiali in Italia ed all'Estero. (1) — In omaggio al concetto che il nostro sodalizio debba occuparsi non soltanto di questioni scientifiche, ma anche, e principalmente, di argomenti attinenti alla pratica, che esso debba vivere coll'ambiente, il prof. Gianoli ed io abbiamo aderito all'invito fattoci dal chiarissimo nostro presidente di riferire intorno alle ragioni che hanno determinato la fondazione a Milano di un arbitrato per le analisi dei concimi artificiali e intorno al modo con cui esso esplicherà la sua azione.

Le ragioni della costituzione di questo arbitrato risiedono innanzitutto nel grande sviluppo che ha preso anche presso di noi il commercio delle materie fertilizzanti artificiali.

Niuno ignora che l'uso esteso e razionale dei concimi artificiali in agricoltura si è verificato solamente nella seconda metà del secolo che volge al suo fine. E non poteva essere diversamente. Fino a quando non erano note le leggi della nutrizione delle piante, specialmente rispetto alle sostanze che esse richiedono per svilupparsi, l'agricoltore non somministrava al terreno che poche materie, le quali empiricamente erano state riconosciute atte ad aumentare la fertilità del suolo. Il letame di stalla era, per molti paesi, l'unico concime. Sono state le scoperte della chimica e della fisiologia vegetale fatte in questo secolo che hanno dimostrato che le piante per crescere richiedono date sostanze e in una determinata quantità, che alcune di queste sostanze sono fornite soltanto dal terreno; che a questo vengono sottratte coi raccolti, e che è necessario restituirle al suolo affinchè si mantenga atto a nutrire rigogliosamente le piante.

Nel modo ordinario con cui da noi si esercita l'agricoltura lo stallatico resterà la base delle concimazioni. Ma niuno può sostenere oggigiorno che con lo stallatico che si ottiene sui fondi si possano mantenere la fertilità dei terreni ed i prodotti dei campi ad una data altezza. Meno ancora si può pretendere col solo stallatico, per la quantità nella quale è prodotto e per la sua qualità, di spingere la produzione delle terre a quei livelli che sono richiesti dalle attuali condizioni economico-sociali.

Sono stati i lavori e gli scritti di molti studiosi, fra i quali il Liebig occupa un posto eminente, che hanno volgarizzato questi concetti, e che hanno dato un impulso alla preparazione ed all'impiego di concimi speciali, contenenti o l'uno o l'altro dei principi che di solito difettano nel terreno, e cioè acido fosforico, azoto o potassa; sono stati quei lavori e quegli scritti che hanno condotto all'applicazione estesa di materie fosfatiche, di nitrati, di sali ammoniacali, di sali potassici, ecc.

Ma nessuno avrebbe previsto che ciò che si consigliava verso la metà del nostro secolo e che si faceva strada assai stentatamente, avrebbe in breve volgere di anni preso così largo sviluppo da produrre nell'agricoltura una vera rivoluzione. Tutti sono concordi nell'ammettere che i più forti progressi agrari che si sono verificati in questi ultimi tempi sono dovuti all'estendersi dei concimi artificiali

(1) Lettura fatta dal Prof. MENOZZI in nome proprio e del Prof. GIANOLI alla Società Chimica di Milano. — Dal volume delle *Ricerche eseguite nel Laboratorio di Chimica Agraria* della Regia Scuola Superiore di Agricoltura di Milano.

ed all'introduzione di nuove macchine. Coll'impiego di concimi artificiali si spinge e si mantiene oggi la produzione agraria a dei livelli non mai raggiunti e mantenuti dapprima. In tutti i paesi in cui si esercita l'agricoltura intensiva si consumano quantità ingenti di concimi artificiali; e maggiore è la produzione dei campi laddove si fa più largo uso di queste materie.

La preparazione dei perfosfati, i quali occupano un posto primario fra questi concimi artificiali, consigliata dal Liebig, verso il 1840, fu messa in pratica dapprima in Inghilterra. Fu esercitata su scala assai limitata, impiegando come materia prima le ossa, poi si estese a poco a poco; passò nel continente, procedendo, con lento cammino. Ma poi, preso l'aìre, si sviluppò in modo prodigioso. Ed attualmente costituisce l'oggetto di grandiosi e numerosi stabilimenti impiantati in tutti i paesi civili.

Così l'estrazione di nitrato sodico dal *caliche* del Chilì, rappresenta pure oggidì un movimento colossale di capitale e di lavoro; così pure la preparazione del solfato ammonico dalle acque del gas, l'estrazione dei sali potassici dai depositi di Stassfurt costituiscono l'oggetto di industrie grandiose.

Ma noi crediamo che a dare un'idea esatta della rivoluzione portata dai concimi artificiali, meglio di affermazioni generiche valgano alcune cifre. Colla scorta di pubblicazioni speciali abbiamo potuto raccogliere alcuni dati intorno alla preparazione ed all'uso dei concimi artificiali nel mondo intiero. Vogliamo riportare i più importanti fra questi dati.

L'uso del *nitrato sodico* è andato aumentando in misura veramente straordinaria. Da 800 tonnellate che si esportarono dal Chilì nel 1830, si è saliti a 1 082 000 tonnellate nel 1894, delle quali 974 219 sono arrivate in Europa. In complesso l'importazione del nitrato sodico dal Chilì rappresenta ora un valore di circa 230 milioni di franchi.

Se si ammette che la massima parte di questo nitrato, circa i $^9/_{10}$, serva direttamente all'agricoltura, si vede tosto per quale valore, circa 200 milioni, esso prende parte alla produzione del suolo.

Istruttive sono le cifre relative al consumo dei vari paesi. Per l'anno 1894 si hanno questi dati:

Germania	tonn.	397 200	val. fr.	83 412 000
Francia	»	187 100	»	39 291 000
Belgio	»	123 700	»	25 977 000
Inghilterra . . .	»	117 000	»	24 570 000
Olanda	»	56 700	»	11 907 000
Italia.	»	12 000	»	2 400 000
Spagna	»	5 200	»	1 092 000
America	»	100 000	»	21 000 000

Dopo il nitrato sodico abbiamo per importanza, nei concimi azotati, il solfato ammonico. La produzione in tutto il mondo pel 1893 è data dalle cifre seguenti

Inghilterra	tonn.	154 000
Germania, Austria e Russia . . .	»	67 000
Francia	»	26 000
Belgio ed Olanda	»	20 000
America	»	15 000
Italia	»	12 000
Altri paesi	»	8 000
	Totale tonn.	302 000

che rappresentano un valore di circa 84 milioni di franchi.

Come dati particolari possiamo aggiungere che la produzione inglese fu:

Nel 1894	di tonn.	159 000
» 1895	»	170 000

Che il consumo interno inglese fu:

Nel 1894	di tonn.	40 000
» 1895	»	38 000

E l'esportazione dall' Inghilterra, per la Francia, l' Italia ed altri paesi fu:

Nel 1894	di tonn.	27 000
» 1885	»	32 000

Nei concimi azotati consideriamo anche i *preparati ottenuti con sangue e carni* per un complesso di tonn. 51 000 e per un valore di 10 milioni di lire; ed i preparati con peli, pelli, unghie, raschiatura di corna, ecc., tonnellate 44 000 rappresentanti un valore di L. 5 340 000. In complesso L. 15 340 000.

Nel Belgio, in Olanda, in Inghilterra ed in Germania si impiegano ancora quantità ingenti di *guani* del Perù e di altre località, sia allo stato naturale, sia, e maggiormente, dopo trattamento con acido solforico per ottenere il così detto guano disgregato o guano disciolto. Le fonti più attendibili assegnano all'Europa un consumo di 120 000 tonnellate di guano che valutate a L. 17 alla tonnellata rappresentano un valore di L. 20 400 000.

Ed ora veniamo ai *concimi fosfatici.* Le richieste di fosfati sono ora soddisfatte da quattro principali sorgenti e cioè; la Florida, la Carolina ed il Tennessee in America; l'Algeria, e fra poco Tunisi; la Somme o l'Oise in Francia; i depositi di Mons e di Liegi nel Belgio.

I depositi di America occupano presentemente il primo posto; essi provvedono a più della metà del consumo. Nel 1894 la produzione della Florida è stata di 589 497 tonn.; nel 1895 di 625 000 tonn; quella della Carolina nel 1894 di 476 199 tonnellate; e nel 1895 è stata ancora maggiore.

La produzione dell'Algeria è stata nel 1894 di 53,231 tonn.,; ma essa è in via di grande aumento, e nel 1895 pare abbia raggiunto le 150,000 tonn. Fra qualche anno, quando saranno costruite alcune linee ferroviarie, la produzione sarà colossale.

I depositi della Tunisia non sono ancora sfruttati: ma probabilmente lo saranno fra non molto e su vasta scala. Ed ammettendo non si facciano scoperte di altri depositi, quelli di America, di Algeri e di Tunisi basteranno al consumo per un lungo periodo.

I depositi della Francia sono in decadenza; tuttavia la produzione francese si ritiene che rimarrà notevole fino al 1900. Nel 1894 la Francia ha prodotto circa 450 000 tonn. di fosfati; nel 1895 circa 425 000 tonn.

La produzione del Belgio tanto pel 1894 come pel 1895 è stata di 225 mila tonn. di fosfati.

In complesso per l'anno 1895 si ha una produzione di fosfati di 2 128 000.

Questa enorme quantità di fosfati serve per massima parte per la preparazione dei perfosfati.

Come è stato detto precedentemente l'idea di trattare i fosfati con acido solforico, dovuta al Liebig nel 1840, fu applicata in Inghilterra nel 1842 e divenne la base di una fabbricazione che si estese di poi in Inghilterra e nel continente.

Del rapporto della Giuria dell' Esposizione universale di Londra nel 1862 risulta che a quest'epoca la fabbricazione dei perfosfati in Inghilterra era di 150 000 a

200 000 tonn. In allora il prezzo dei perfosfati era di molto superiore a quello attuale. Dei prodotti con 8-10 % di anidride fosforica solubile si pagavano 12-15 lire al quintale. L'anidride si pagava allora in Francia da 1,26 a 1,50 lire per chilog.; mentre ora, sempre in Francia e pei perfosfati minerali, si paga 40 cent.

Le scoperte di giacimenti di fosfati nel Belgio, in Francia, in Ispagna, in America, permisero un rapido aumento nella produzione dei perfosfati. Al punto che mentre la Francia nel 1866 non produceva che 2000 quintali, nel 1877 ne produceva 272 mila e nel 1886 raggiunse 210 000 tonn.; e la produzione attuale della Francia è valutata in 7 400 000 quintali.

Nel Belgio la produzione dei perfosfati ha assunto una produzione enorme, tale che, sebbene il consumo in paese sia elevatissimo, buona parte del prodotto si esporta.

In Germania il consumo dei concimi fosfatici è altissimo. Malgrado la grande produzione di scorie Thomas si fabbricano in Germania circa 9 000 000 di quintali di perfosfati.

Secondo le migliori sorgenti delle quali abbiamo potuto disporre, la produzione attuale dei perfosfati dei diversi paesi è data dalle cifre seguenti:

Inghilterra	tonn.	800 000
Germania	»	900 000
Francia	»	740 000
Belgio	»	300 000
Olanda	»	200 000
Stati Uniti	»	1 000 000
Italia	»	200 000
Altri paesi	»	100 000
	Totale	4 240 000

In complesso una produzione di tonn. 4 240 000, rappresentanti un valore di circa 260 milioni di franchi.

Dei perfosfati che si producono, 3/4 circa sono ottenuti da fosfati minerali, 1/4 circa dalle ossa.

Le *scorie Thomas*, un altro importante concime fosfatico introdotto nell'ultimo decennio, prendono attualmente una parte notevole nella concimazione dei terreni di molti paesi.

Pel 1895 il consumo delle scorie è valutato in 870 000 tonn., rappresentanti una quantità di circa 140 000 tonn. di anidride fosforica ed un valore di circa 26 milioni di franchi.

Infine pei *concimi potassici*, i depositi di Stassfurt hanno permesso una larga diffusione di queste materie.

Riassumendo, abbiamo che i concimi artificiali che si consumano in tutto il mondo, rappresentano i seguenti valori:

Nitrato sodico	230 000 000	di franchi
Solfato ammoniaco	81 000 000	»
Preparati con azoto organico .	15 340 000	»
Guani	20 000 000	»
Perfostati	260 000 000	»
Scorie	26 000 000	»
Sali potassici.	50 000 000	»

Complessivamente il consumo di concimi artificiali rappresenta un movimento annuale di capitali per circa 700 000 000 di franchi.

Queste cifre dimostrano quale parte grande abbiano attualmente nella vita dei popoli civili la fabbricazione e l'impiego dei concimi artificiali.

A questo grande movimento che si è manifestato nel mondo civile nella seconda metà del secolo, l'Italia non è rimasta estranea. Se essa non ha avuto in proposito quella parte che si desidererebbe avesse avuto, tuttavia ha sempre dato un contributo notevole. E dopo d'aver date le cifre relative alla produzione ed al consumo dei concimi artificiali nei vari paesi, crediamo opportuno di far conoscere quelle riflettenti l'Italia.

Dobbiamo avvertire però che per le cifre riportate ci siamo valsi di fonti francesi ed inglesi, le quali abbiamo ragioni di ritenere esatte pei vari paesi meno che per l'Italia. Le statistiche forestiere che sono a nostra disposizione non contengono dati esatti rispetto all'Italia. Così le statistiche francesi assegnano all'Italia una produzione annuale di 50 mila tonn. di perfosfati; cifra che è molto al disotto della realtà. Infatti basta considerare che tre sole grandi fabbriche milanesi producono annualmente circa le 50 mila tonn. assegnate a tutta Italia. E tutte le altre fabbriche, grandi e piccole sparse specialmente nell'Italia superiore?

(Continua).

Apertura del primo tratto della ferrovia per l'Uganda. — Il 2 aprile u. s. è stato aperto al pubblico servizio il primo tratto della ferrovia inglese per l'Uganda, per un percorso di 100 miglia da Mombasa, capo-linea, a Voi, centesimo miglio. Sono stabiliti tre viaggi di andata e tre di ritorno per settimana. La ferrovia già in opera si estende per altre 40 miglia oltre Voi, ed il lavoro prosegue alacremente per le 510 miglia ancora da compiersi per giungere a Victoria-town sulla riva settentrionale del lago omonimo. Il preventivo generale delle spese per la costruzione di tutta la linea è di tre milioni di sterline; però si prevede che la spesa effettiva salirà a quattro. Il personale addetto consta di sette od otto ingegneri inglesi; gli altri impiegati o conduttori di lavori sono tutti indiani, come indiani sono pure la maggior parte degli operai. La posta, con corrieri speciali, funziona regolarmente ogni 25 giorni da Mombasa a Eldom al 500.° miglio; il telegrafo segue la ferrovia ed è stabilito con ogni miglior perfezionamento e garanzia di solidità.

Tipografia e Litografia degli Ingegneri. Ing. C. SALDINI, Gerente.

COMITATO DI DIREZIONE E COLLABORAZIONE
DEL GIORNALE

Redazione ed Amministrazione, Via Unione, 9 — **MILANO.**

ANNO XLVI

IL POLITECNICO

GIORNALE

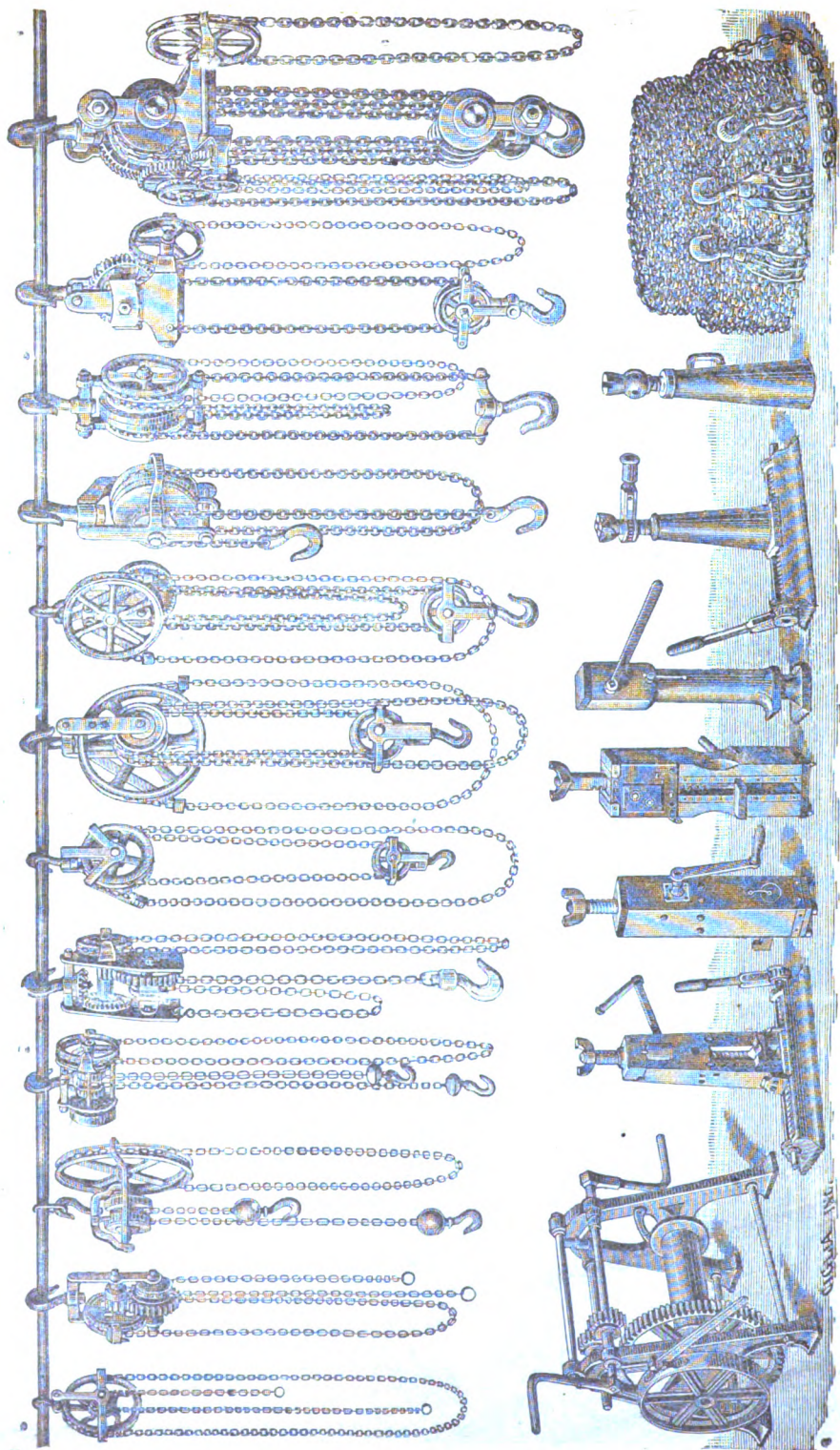
DELL' INGEGNERE ARCHITETTO CIVILE ED INDUSTRIALE

Luglio 1898

SOMMARIO.

Colle Tavole 27, e 28, e quindici figure intercalate nel testo.

MILANO
Tipografia e Litografia degli Ingegneri
9 — Via Unione — 9
1898

Digitized by Google

SULLA POTENZA

DEGLI APPARECCHI DI SCALDAMENTO DEGLI AMBIENTI ABITATI.

1. Nella Nota pubblicata a pagina 348 del *Politecnico* ho considerato il periodo di avviamento che precede lo stato di regime nella trasmissione di calore traverso le pareti di muro di un ambiente abitato e ne ho posta in rilievo la durata considerevole. La dimostrazione mi ha condotto a distinguere quel periodo in due stadii consecutivi nel primo dei quali il calore si propaga di mano in mano dalla faccia interna alla esterna del muro ed ho notato che la temperatura raggiunta al suo termine dalla faccia interna riesce di poco al di sotto di quella che toccherebbe a regime stabilito: durante questo stadio non si ha sperdimento di calore perchè la faccia esterna si mantiene in equilibrio termico coll'atmosfera. Nello stadio seguente la temperatura dei singoli punti del muro cresce fino al limite del regime e si inizia la trasmissione del calore al di fuori. Attuato il regime, il muro non assorbe più calore ma versa integralmente nell'atmosfera quello che sottrae dall'ambiente.

Da questi resultati sommariamente richiamati scaturiscono delle conseguenze importanti sulla funzione termica dei muri e sulla potenza degli apparecchi scaldanti. Eccole:

2. Nel calcolo delle calorie da somministrare ad un ambiente per portarlo e mantenerlo ad una temperatura prescritta, si suole ritenere stabilito senz'altro il regime nella trasmissione del calore anche traverso i muri, dei quali si riguardano quelli d'ambito, ed essi soltanto, come pareti di disperdimento. Ammesso per un momento che il regime si raggiunga, è però chiaro che i muri, e non appena quelli che guardano all'esterno o che separano l'ambiente scaldato da un altro meno caldo, traversando i due stadii del periodo d'avviamento, avranno prima dovuto assorbire e tratterranno, per la loro notevole massa in acqua (336 Kg. per m. c.), una quantità rilevante di calore che restituiranno poi all'ambiente, rallentandone il raffreddamento, nelle ore di intervallo tra uno scaldamento e l'altro quando nei fornelli degli apparecchi che lo producono il fuoco è spento o mantenuto appena allo stato dormente. I muri funzionano così come ricuperatori di calore, a somiglianza p. e. delle camere recuperatrici d'una fornace Siemens; a questo effetto contribuiscono, nelle debite proporzioni, anche i muri divisorii, il pavimento ed il soffitto, sicchè, per tenerne conto,

non va trascurata la somma di calorie di cui si sono impossessati durante lo scaldamento.

Sennonchè ben difficilmente si può concedere che venga mai raggiunta la condizione di regime. Consideriamo difatto per semplicità una parete piana dello spessore minimo di 38 centimetri circa (3 teste di mattone) che le si dà nel piano più elevato di una casa. La massa in acqua di una sua porzione di 1 m. q. di superficie è di 128 Kg.; mettiamo che in rapporto ad una differenza di 20 gradi tra la temperatura di 15° C. da dare all'ambiente e l'esterna di — 5° (cifre su cui suole basarsi il fabbisogno di calore) a ciascuna ripresa dello scaldamento, si trovi di dovere elevare di un grado e mezzo la temperatura della faccia esterna e di sei gradi e mezzo quella dell'altra, cioè che questa si sia raffreddata di sei gradi e mezzo nel precedente intervallo di inazione. L'aumento medio di temperatura da produrre nel muro per portarlo al regime sarebbe in tal caso di 4 gradi e le calorie a ciò necessarie sarebbero 512. Ora il coefficiente di trasmissione per un muro di 38 centimetri è 1,3; quindi le calorie che gli si somministrerebbero, secondo il computo in uso, per m. q. e per ora, sarebbero 26. Basterebbero dunque appena 20 ore di fuoco continuato e costante per arrivare al regime, durata eccessiva. Nè questa durata non si potrebbe accorciare sensibilmente senza gravi inconvenienti.

Senza bisogno di altri computi chiunque capisce subito che la difficoltà constatata per il muro di 38 cm. si accentua ben più gravemente per i più grossi. Basta che rifletta che le calorie che dovranno assorbire per metro quadrato di area crescono in ragione diretta del loro spessore, a cui è proporzionale la massa in acqua, mentre il coefficiente di trasmissione, sul quale si basa la somministrazione oraria di calore, va diminuendo coll'aumentare della grossezza. Per maggiore evidenza valgano i dati registrati nel seguente prospettino:

Spessore del muro in cm. . .	38	51	64	77	90
Massa in acqua per m. c. . Kg.	128	171	215	259	302
Coefficiente di trasmissione . .	1,3	1,1	0,9	0,75	0,65 (1)

3. Aggiungo adesso che non solo non si arriva allo stato di regime, ma presumibilmente, nella più parte dei casi, non si compie nemmeno il primo stadio del periodo di avviamento. Ho dimostrato nella Nota succitata che al termine del detto stadio la temperatura della faccia interna è assai prossima a quella di regime, mentre l'opposta conserva la temperatura dell'atmosfera: riduciamo perciò a 2 gradi e mezzo, invece di 4, l'elevamento medio di temperatura da prodursi nel muro di 38 cm. Vi occorreranno 320 calorie per metro quadrato, e, colla somministrazione di 26 calorie, per metro quadrato e per ora, dodici ore di fuoco continuato e costante; durata di scal-

(1) Vedi la nota A in appendice.

damento ancora superiore alla consueta. Necessariamente per i muri più grossi non è duopo di rincalzare la dimostrazione.

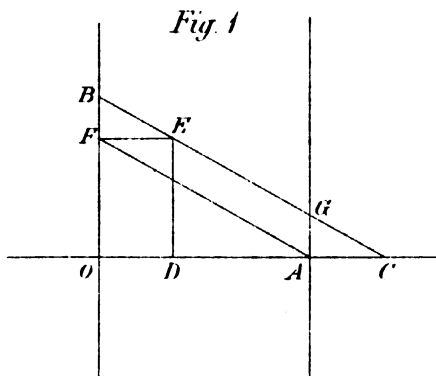
4. Ebbene la difficoltà di uscire dal primo stadio non è senza vantaggio. Certo che i muri scaldati a regime avrebbero assorbito un maggior numero di calorie, e l'effetto di ricuperazione ne sarebbe migliorato, ma col sagrificio delle calorie versate nell'atmosfera dall'inizio del secondo stadio in avanti. Rimanendo nel primo stadio, non si ha perdita: le calorie assorbite si ricuperano integralmente. Se questo stadio non si compie, come avverrà presumibilmente, almeno nel caso dei muri più grossi, tra la superficie esterna ed una interna parallela ad essa, rimarrà compreso uno strato di muro alla temperatura dell'atmosfera, interposto come un cuscino tra questa ultima e la parte anteriore di cui lo scaldamento avrà elevata più o meno la temperatura. La grossezza del cuscino non si manterrà costante, ma varierà restringendosi od allargandosi secondo le vicende della temperatura atmosferica.

5. Si è visto difatti nella Nota precedente che le vicende dello scaldamento di un muro si possono rappresentare collo scorrimento lungo una normale alle faccie del muro di una linea descritta in un piano passante per quella normale, della quale le ascisse, contate lungo la medesima, indichino le distanze della faccia interna e le ordinate gli eccessi delle temperature corrispettive sulla temperatura atmosferica.

Durante lo scaldamento la linea si addentra più o meno rapidamente in ragione della sua attività e se ne ritira più o meno, mentre si raffredda l'ambiente. La linea che offre graficamente, ad un'epoca determinata qualsiasi, la legge delle variazioni di temperatura entro il muro, lungo una normale, nel caso qui contemplato di una parete a faccie piane, è la retta rappresentata dall'equazione:

$$t = t_1 - \frac{t_1 - t_2}{s} x \qquad (1)$$

dove s è lo spessore del muro, t_1 e t_2 sono le temperature che avrebbero a regime le faccie interna ed esterna e t quella, pure a regime, di uno strato esilissimo alla distanza x dalla faccia interna. Sottraendo T_2, temperatura dell'atmosfera, da ciascuna delle t, t_1 e t_2, si hanno le ordinate della linea pocanzi rammentata le cui ascisse prendono pure origine dalla faccia interna del muro, e che è qui rappresentata dalla B C nella fig. 1 dove

$$OB = t_1 - T_2 \qquad OA = s$$

Posto successivamente nella (1), $t = t_2$ e $t = T_2$, e chiamando $s + h$ l'ascissa O C corrispondente a T_2, si ottiene facilmente:

$$t_2 - T_2 = \frac{t_1 - t_2}{s} h$$

Ora, per avere la temperatura t_0 della faccia interna al termine del primo stadio basta porre nella (1) $x = h$, perchè così l'ordinata D E corrispondente all'ascissa O D $= h$ verrà a combaciare in O F colla faccia interna del muro, quando si faccia retrocedere la linea dell'intervallo h che riduce a zero l'ordinata A G $= t_2 - T_2$. Fatta la sostituzione, si ha:

$$t_0 = t_1 - \frac{t_1 - t_2}{s} h$$

dunque:

$$t_0 = t_1 - (t_2 - T_2) \qquad (2)$$

La differenza B F $= t_1 - t_0$ di temperatura della faccia anteriore del muro al termine del primo stadio da quella che raggiungerebbe a regime stabilito è dunque eguale all'analoga A G $= t_2 - T_2$ per l'altra faccia e, siccome questa è compresa tra 1 e 2 gradi (*b*), resta confermato che t_0 è abbastanza vicino a t_1 (*c*).

Indichiamo con $t' < t_0$ la temperatura a cui sale la faccia interna al termine di uno scaldamento la cui durata sia inferiore a quella del primo stadio: rappresentando nella fig. 2, colle O F, O M le differenze $t_0 - T_2$, $t' - T_2$ e chiamando s' lo spessore P A del cuscino si ha la:

$$t_0 - t' = \frac{t_0 - T_2}{s} s' \qquad (3)$$

e da qui:

$$\frac{s'}{s} = \frac{t_0 - t'}{t_0 - T_2} \qquad (4)$$

A pari temperatura atmosferica, il rapporto $\frac{s'}{s}$ cresce col diminuire di t'

(*b*) Vedi la nota A.

(*c*) Vedi la nota B in appendice.

e quindi della durata dello scaldamento; per un'eguale differenza $t_0 - t'$ scema coll'abbassarsi della temperatura atmosferica, ed aumenta al suo elevarsi.

La retta rappresentata dalla (1) comprende colla perpendicolare alla faccia del muro l'angolo B C O (fig. 1) che chiameremo α e che soddisfa alla:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{t_1 - t_2}{s}$$

Ora, se significano c il coefficiente di conduttività, (0, 65 Nota A) C quello di trasmissione del muro, T_1 e T_2 le temperature dell'ambiente e dell'atmosfera, a regime stabilito, avremmo:

$$C (T_1 - T_2) = \frac{c}{s} (t_1 - t_2);$$

dunque si può porre anche:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{C}{c} (T_1 - T_2)$$

Ovviamente la larghezza A P del cuscino (fig. 2) dimiuuisce, cœteris paribus, coll'aumentare dell'angolo α: si vede perciò di qui che per un dato muro, il cuscino si allargherà col diminuire di T_2, e che, a pari differenza $T_1 - T_2$, sarà relativamente più stretto per i muri grossi per i quali C è minore. Variando la grossezza del muro da 0, 38 a 0, 90 il coefficiente C si riduce a metà e di conseguenza lo scaldamento vi penetra ad una profondità alquanto maggiore.

6. Dalle considerazioni esposte risulta chiaro che la funzione termica dei muri che cingono un ambiente abitato non è quella di sperdere il calore che ricevono, ma di raccoglierlo invece per riversarlo nell' ambiente medesimo negli intervalli in cui se ne sospende lo scaldamento. Chi ne avesse ancora qualche dubbio rifletta a quanto accade della facciata d' una casa esposta a mezzogiorno in una bella giornata d'estate: battuta dal sole per parecchie ore di seguito, la sera la sua temperatura si trova certo assai più elevata di quella a cui si porta nella stagione jemale la faccia interna, come lo dimostra irrecusabilmente la sua radiazione sensibile a qualche metro di distanza; eppure allora la faccia posteriore non offre aumento percettibile di temperatura.

Consegue da questa proposizione che è erroneo il calcolare il fabbisogno quotidiano di calore per un dato ambiente, per quanto riguarda i muri, sul loro coefficiente di trasmissione e di tener conto solamente di quelli traverso i quali è presumibile che si operi la trasmissione, come si suol fare

del resto legittimamente ammettendo che questa abbia luogo e prescindendo dal periodo di avviamento che la precede. Alle due fasi, tra loro contrarie, della funzione termica dimostrata prendono parte, come s'è affermato più sopra, anche le pareti divisorie, il pavimento, il soffitto, tutte insomma le masse in acqua di qualche importanza che circoscrivono l'ambiente o che vi sono comprese e che hanno subito lo scaldamento. Converrà dunque, per adattarsi alle circostanze reali, modificare il calcolo in discorso.

La cosa a primo aspetto può sembrare abbastanza complicata e tale sarebbe di fatto se si avesse a considerare separatamente la parte che spetta a ciascuna delle masse ora indicate; ma, si arriva presto ad una soluzione assai semplice, seguendo sempre il concetto che si è sviluppato.

Consideriamo difatti ciò che deve accadere in uno dei periodi di inazione degli apparecchi scaldanti. Come si è dimostrato, i muri d'ambito, nei quali non si sarà allora compiuto il primo stadio del periodo di avviamento, ma che conterranno alla parte esterna un cuscino più o meno largo alla temperatura dell'atmosfera, non danno luogo a sperdimento di calore. Il raffreddamento dell'ambiente non può dunque derivare che dalla trasmissione che si opera traverso le finestre: di mano in mano che la temperatura dell'ambiente si abbassa, le muraglie e in complesso le masse in acqua di cui si è parlato, cedono il calore assorbito nel precedente periodo di scaldamento rallentando il raffreddamento e intanto naturalmente il cuscino delle pareti d'ambito si allarga, sia per il calore perduto, sia per la diminuzione della temperatura esterna.

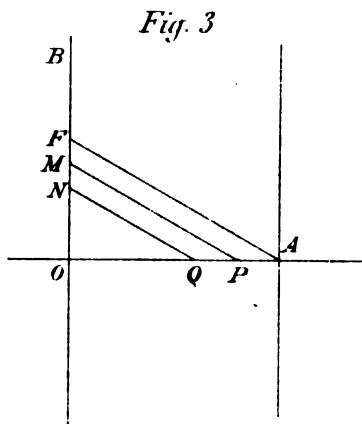
La durata del periodo di inazione suol essere superiore a quella del periodo di attività degli apparecchi scaldanti; ciononostante, al termine del primo, la temperatura dell'ambiente non scende mai al limite della temperatura atmosferica, ma ne rimane più elevata di alcuni gradi. Ciò deriva presumibilmente dalle calorie somministrate all'ambiente, fino ad una certa ora, dagli astanti e dalle fiamme dei lumi che continuano, sebbene in proporzione minore, l'effetto degli apparecchi scaldanti, e il rallentarsi progressivo della trasmissione a misura che va scemando la differenza delle temperature interna ed esterna, infine il chiudersi delle persiane e delle imposte interne che abbassano il coefficiente di trasmissione dei vetri.

Conoscendosi, come può farsi con una serie di osservazioni termometriche, le temperature iniziale e finale dell'ambiente nel periodo di raffreddamento, che chiameremo rispettivamente t' e t'', quella T_2 dell'atmosfera, l'area F delle finestre, k il loro coefficiente di trasmissione ed n' la durata in ore del detto periodo, il numero q' delle calorie trasmesse nel medesimo sarà:

$$q' = n' k F \left(\frac{t' + t''}{2} - T_2 \right)$$

Nel successivo periodo di scaldamento, per rifornire le muraglie, e in blocco le masse in acqua più volte nominate del calore perduto, basterà

somministrare loro queste q' calorie. Ed ecco che il computo del fabbisogno di calore per le masse ripetute si ha facilmente senza preoccuparsi delle loro dimensioni, forme, giaciture, orientazioni, insomma delle molteplici condizioni che possono influire sulla quota in cui ciascuna di loro contribuisce alla funzione termica complessiva.

7. In mancanza delle osservazioni termometriche che ci darebbero la temperatura t'' di un ambiente al termine del periodo di raffreddamento, si può farsene un concetto approssimativo nel modo seguente. Supponiamo in sostituzione di quelle diverse masse d'acqua, circoscritto l'ambiente da ogni parte da una muraglia di spessore uniforme, eguale a quello dei muri di ambito, e colla faccia esterna a contatto coll'atmosfera: la sua area interna sarà espressa in metri quadrati dalla somma di quelle delle pareti laterali del suolo e del soffitto. Riterremo di conoscere la temperatura T_2 dell'atmosfera e la iniziale t' dell'ambiente, che sarà quella a cui si vuole mantenerla durante il giorno. Ciò posto, rappresentino nello spaccato di un pezzo della muraglia (fig. 3), OB e AC i profili delle faccie interna ed esterna, OA il solito asse delle ascisse, OF l'eccesso della temperatura t_0 che raggiungerebbe la faccia interna al termine del primo stadio sulla T_2; OM ed ON per ordine le differenze $t' - T_2$, $t'' - T_2$; cosicchè AP e AQ segneranno rispettivamente gli spessori iniziale e finale del cuscino esterno. Le quantità di calore conservate nel muro per metro quadrato, al principio e al termine del periodo, sono date dalle aree dei triangoli MPO, NQO; sono dunque:

$$\frac{1}{2}(t' - T_2)\,OP \qquad \frac{1}{2}(t'' - T_2)\,OQ.$$

Ora, per il parallelismo delle rette FA, MP, NQ si hanno:

$$\frac{OP}{OA} = \frac{t' - T_2}{t_0 - T_2} \qquad \frac{OQ}{OA} = \frac{t'' - T_2}{t_0 - T_2}$$

Quindi, chiamando s lo spessore OA:

$$OP = s\,\frac{t' - T_2}{t_0 - T_2} \qquad OQ = s\,\frac{t'' - T_2}{t_0 - T_2}$$

e di conseguenza le calorie trattenute nella parete complessiva alle epoche considerate saranno rispettivamente:

$$\frac{A\,s}{2} \quad \frac{(t' - T_2)^2}{t_0 - T_2} \qquad\qquad \frac{A\,s}{2} \quad \frac{(t'' - T_2)^2}{t_0 - T_2}$$

La loro differenza, che è:

$$A\,s\,\frac{t' - t''}{t_0 - T_2} \quad \left(\frac{t' + t''}{2} - T_2\right)$$

dovrà eguagliare le calorie disperse traverso le finestre. Avremo pertanto:

$$A\,s\;\frac{t' - t''}{t_0 - T_2}\left(\frac{t' + t''}{2} - T_2\right) = n'\,k\,F\left(\frac{t' + t''}{2} - T_2\right)$$

e di qui:

$$t' - t'' = \frac{n'\,k\,F}{A\,s}\,(t_0 - T_2)$$

Essendo conosciuta, come abbiamo visto, la differenza $t_0 - T_2$ in rapporto allo spessore s, si potrà ritenere così determinata, in via approssimativa, la t''.

8. Il fabbisogno quotidiano di calore per un dato ambiente, su cui si fonda la potenza degli apparecchi scaldanti, si compone della somma delle calorie trasmesse traverso le finestre durante il periodo di scaldamento, di quelle assorbite dalle muraglie che, come ora s'è visto, corrispondono alle altre pure disperse dalle finestre nell'intervallo di inazione e infine delle calorie esportate dall'aria che vi si rinnova durante il giorno. Denominiamo T_1 la temperatura prescritta per l'ambiente, n le ore che rappresentano la durata d'uno scaldamento, per cui sarà $n' = 24 - n$, V i metri cubi di aria che ne usciranno in questo tempo; rammentando che il calore specifico di un metro cubo d'aria è pressimamente 0, 3, il fabbisogno in discorso sarà espresso dall'equazione:

$$Q = n\,k\,F\,(T_1 - T_2) + (24 - n)\,k\,F\left(\frac{t' + t''}{2} - T_2\right) + 0,3\,V\,(T_1 - T_2)$$

Il secondo termine è quello che va sostituito all'altro che si suole adottare per rappresentare il disperdimento traverso i muri. Posto, per abbondanza, $t' = T_1$, poichè la differenza sarà piccola si può scrivere:

$$Q = \frac{k\,F}{2}\left\{(n + 24)\,(T_1 - T_2) + (24 - n)\,(t'' - T_2)\right\} + 0,3\,V\,(T_1 - T_2)$$

Si è ritenuto lo stesso valore di k di giorno e di notte; sebbene nel periodo di raffreddamento la difesa dei vetri contro la trasmissione venga accresciuta colla chiusura delle imposte e delle persiane; ciò a compenso dell'azione refrigerante, difficile a calcolarsi, dell'irruzione dell'aria esterna, quando al mattino si aprono le finestre durante la spazzatura dei locali.

Il fabbisogno Q varierà naturalmente da un giorno all'altro secondo il rigore della stagione e, in relazione alla sua grandezza per un dato giorno varierà il consumo del combustibile. Per basare su di esso il calcolo della potenza degli apparecchi scaldanti, converrà ovviamente supporre la condizione meno favorevole, cioè la minima temperatura atmosferica jemale che risulta in media per ciascun luogo da un periodo di osservazioni abbastanza lungo (1).

9. Dal fabbisogno quotidiano si deduce facilmente la somministrazione oraria q di calore richiesta dall'ambiente, poichè sarà:

$$q = \frac{Q}{n} = \frac{k\,F}{2}\left\{\left(\frac{24}{n}+1\right)(T_1 - T_2) + \left(\frac{24}{n}-1\right)(t' - T_2)\right\} +$$

$$+ 0,3\,\frac{V}{n}\,(T_1 - T_2)$$

Anche questa serve ad assegnare le dimensioni degli apparecchi scaldanti, nonchè la scelta del tipo più adatto; perchè, secondo il caso, p. es. di un ambiente occupato continuamente o soltanto per qualche ora, varierà la durata dello scaldamento; e nella ragione reciproca di essa varierà il numero delle calorie da somministrarsi per ciascun'ora.

Prof. RINALDO FERRINI.

---

(1) Vedi la nota C in appendice.

APPENDICE.

NOTA A.

Dal Taschenbuch für Feuerungstechniker del D.r Fischer (Stuttgart, 1898) si ha il seguente prospetto dei coefficienti C di trasmissione dei muri di cotto a faccie piane in rapporto al loro spessore:

Spessore in metri	0, 25	0, 38	0, 51	0, 64	0, 77	0, 90
C, in calorie per m. q. e per ora	1, 80	1, 30	1, 10	0, 90	0, 75	0, 65

Chiamando R la resistenza alla trasmissione, che è il valore reciproco di C, se ne deduce l' altro:

Spessore, come sopra	0, 25	0, 38	0, 51	0, 64	0, 77	0, 90
Valore di R.	0, 54	0, 74	0, 94	1, 14	1, 34	1, 54

dal quale emerge che per ogni 13 cm. di aumento nello spessore, corrispondente ad una testa di mattone, si ha un incremento costante di 0, 20 nel valore di R. Ora, essendo c il coefficiente di conduttività del muro, s lo spessore, h_1 e h_2 i coefficienti di scambio alle faccie, è noto che:

$$R = \frac{1}{h_1} + \frac{1}{h_2} + \frac{s}{c}.$$

Di qui, l'aumento δR per uno δs dello spessore:

$$\delta R = \frac{\delta s}{c}$$

quindi:

$$c = \frac{0,13}{0,20} = 0,65$$

e:

$$\frac{1}{h_1} + \frac{1}{h_2} = 0,16 \qquad (a)$$

come risulta sottraendo $\frac{s}{0,65}$ da uno qualunque dei valori di R registrati

qui sopra. I coefficienti C ed R contenuti nei prospetti si possono compendiare colle formole:

$$R = 0,16 + \frac{s}{0,65} \qquad C = \frac{0,65}{0,1 + s}.$$

In condizioni ordinarie si può ritenere $h_1 = \frac{2}{3} h_2$; ne conseguono dalla (a):

$$\frac{1}{h_1} = 0,1 \qquad \frac{1}{h_2} = 0,06.$$

Indicando, come nel testo, con T_1 e T_2 le temperature dell'ambiente e dell'atmosfera, con t_1 e t_2 quelle che raggiungerebbero la faccia interna e l'esterna di un muro d'ambito, a regime stabilito, è noto che:

$$T_1 - t_1 = \frac{C}{h_1}(T_1 - T_2) \qquad t_2 - T_2 = \frac{C}{h_2}(T_1 - T_2)$$

dunque:

$$T_1 - t_1 = 0,1 \,.\, C\,(T_1 - T_2) \qquad t_2 - T_2 = 0,06\, C\,(T_1 - T_2).$$

Pertanto, in relazione agli spessori considerati:

a) se $T_1 - T_2 = 20$:

s	0, 25	0, 38	0, 51	0, 64	0, 77	0, 90
$T_1 - t_1$	3°, 6	2°, 6	2°, 2	1°, 8	1°, 6	1°, 2
$t_2 - T_2$	2°, 2	1°, 6	1°, 4	1°, 0	0°, 8	0°, 8

b) e $T_1 - T_2 = 25$:

s	0, 25	0, 38	0, 51	0, 64	0, 77	0, 90
$T_1 - t_1$	4°, 5	3°, 25	2°, 75	2°, 25	2°	1°, 5
$t_2 - T_2$	2°, 7	2°, 00	1°, 75	1°, 25	1°	1°

NOTA B.

L'eguaglianza $t_1 - t_0 = t_2 - T_2$ qui dimostrata non si verifica che per le pareti piane. Se consideriamo in generale una parete a faccie curve, avremo giusta l'ultima delle equazioni (14) del § 12 della Nota antecedente (*).

$$t_2 + L = (t_1 + L)\, e^{-as} \qquad (1)$$

(*) Approfitto dell'occasione di questa noterella per rettificare un errore di scrittura che mi è sfuggito nella Nota antecedente ed è che il primo membro dell'equazione che al § 12 si trova tra la (14) e la (15) va capovolto e scritto $\frac{t_2 - T_2}{t_1 - t_0}$.

e, per uno strato alla distanza x della faccia interna:

$$t + L = (t_1 + L)\, e^{-\alpha x} \tag{2}$$

Chiamando $s + h$ il valore di x che corrisponde a $t = T_2$, sarà:

$$T_2 + L = (t_1 + L)\, e^{-\alpha(s+h)}$$

Quindi:

$$t_2 - T_2 = (t_1 + L)\, (e^{-\alpha s} - e^{-\alpha(s+h)})$$

ovvero:

$$t_2 - T_2 = (t_1 + L)\, (\varphi\,(s + h) - \varphi\,(s)) \tag{3}$$

La temperatura t_0 della faccia anteriore al termine del primo stadio, si avrà, anche nel caso generale che consideriamo, ponendo nella (2) $x = h$; pertanto:

$$t_0 + L = (t_1 + L)\, e^{-\alpha h}$$

e sottraendone ambo i membri da $t_1 + L$:

$$t_1 - t_0 = (t_1 + L)\, (1 - e^{-\alpha h})$$

ossia:

$$t_1 - t_0 = (t_1 + L)\, \varphi\,(h). \tag{4}$$

Dalla (3) e (4) risulta:

$$\frac{t_1 - t_0}{t_2 - T_2} = \frac{\varphi\,(h)}{\varphi\,(s + h) - \varphi\,(s)} \tag{5}$$

cioè:

$$\frac{t_1 - t_0}{t_2 - T_2} = \frac{\int_0^h \frac{dx}{A_x}}{\int_0^{s+h} \frac{dx}{A_x} - \int_0^s \frac{dx}{A_x}}$$

o più semplicemente:

$$\frac{t_2 - t_0}{t_2 - T_2} = \frac{\int_0^h \frac{dx}{A_x}}{\int_s^{s+h} \frac{dx}{A_x}} \tag{6}$$

Se le faccie sono piane, il secondo membro della (6) è eguale all'unità, quindi:

$$t_1 - t_0 = t_2 - T_2;$$

Se sono cilindriche ed r_1 è il raggio della faccia interna:

$$\frac{t_1 - t_0}{t_2 - T_2} = \frac{\log(r_1 + h) - \log r_1}{\log(r_2 + h) - \log r_2}$$

Se sono sferiche ed r_1 è ancora il raggio della faccia interna:

$$\frac{t_1 - t_0}{t_2 - T_2} = \frac{r_2 (r_2 + h)}{r_1 (r_1 + h)}.$$

Nota C.

Le minime temperature jemali verificatesi a Milano nel trentennio 1866-1895, sono le seguenti:

Anno		Anno		Anno	
1866	— 4°,9 C	1876	— 7°,0 C	1886	— 6°,0 C
1867	— 8,4	1877	— 4,6	1887	— 8,8
1868	— 10,9	1878	— 10,0	1888	— 8,0
1869	— 9,5	1879	— 12,0	1889	— 4,5
1870	— 7,5	1880	— 10,5	1890	— 9,0
1871	— 9,9	1881	— 11,5	1891	— 9,6
1872	— 8,5	1882	— 5,0	1892	— 6,3
1873	— 5‘4	1883	— 6,0	1893	— 13,7
1874	— 9,2	1884	— 5,2	1894	— 9,5
1875	— 9,5	1885	— 5,8	1895	— 10,0

La media risulta per il primo decennio — 8°,37; per il secondo — 7°,76; per il terzo — 8°,54 e la media complessiva — 8°,22. Si dovrebbe quindi adottare — 8° come minima temperatura jemale per la detta città. Siccome peraltro queste minime non sogliono durare che pochi giorni, e, d'altronde nella costruzione degli apparecchi scaldanti si lascia un certo margine per una eventuale maggiore produzione di calore, così ritengo che, per non esagerare nell'assegnare la potenze degli apparecchi, si possa nel caso in discorso limitare a — 5° C, come suol farsi, la minima temperatura jemale.

CAVI TELEGRAFICI SOTTOMARINI. (1)

Un cavo telegrafico sottomarino consta essenzialmente di tre parti: il conduttore, il rivestimento isolante e l'armatura. Il complesso del conduttore e dell'isolante chiamasi anima del cavo. Il conduttore, che serve a portare la corrente di segnalazione, è sempre di rame; poichè, fra i metalli comuni, è quello dotato di minore resistività. Generalmente è formato da una cordicella a sette fili. Nei primordi dell'industria era costituito da un filo unico; ma era così poco flessibile e si rompeva facilmente nei giunti; aveva però il vantaggio di impartire all'anima una minore capacità elettrostatica a parità di peso. A questo stesso scopo si immaginò in seguito di formare il conduttore con un grosso filo di rame centrale (ad es. $^3/_{10}$ $^m/_m$ attorniato da molti fili fini (per es. 11 fili di $^9/_{10}$); questa forma di conduttore è però usata solo nei grandi cavi, come i transatlantici e simili.

Il rivestimento isolante è generalmente fatto con guttaperca; in rari casi con gomma elastica. Nei primi tentativi (2) di segnalazioni elettriche subacquee, fatti dal Soemmering in Russia, nel 1881, dal Shaugnessy a Calcutta verso il 1840, dal Wheastone in Inghilterra verso la stessa epoca, i fili erano isolati con canape catramato; il Cornell adoperò, nella baia di Hudson nel 1845, fili isolati con caoutchouc e protetti con un tubo di piombo; ma la telegrafia sottomarina divenne pratica solo in seguito alla scoperta, dell'albero da guttaperca; ed anche oggi si potrebbe asserire che la scomparsa di questo albero renderebbe forse impossibile la telegrafia sottomarina.

La guttaperca venne presentata per la prima volta in Europa, nel 1843, dal D'Almeida e dal Montgomery, che ne mandarono alcuni saggi alla Società reale asiatica ed alla Società delle arti di Londra, Hancock, uno dei pionieri dell'industria del caoutchouc, materia affine alla gutta, ne riconobbe presto le preziose qualità; ed inventò alcuni metodi per depurarla; ma è

(1) Conferenza tenuta dall'Ing. E. JONA all'Associazione Elettrotecnica Italiana, (Sezione di Milano) il 27 maggio 1898.

Alcuni punti di questa conferenza sono presi da un volume *Cavi telegrafici sottomarini*, pubblicato dall'autore nella serie dei Manuali Hoepli. La conferenza era illustrata con campioni, modelli e figure, parte delle quali sono qui riprodotte.

(2) I primissimi tentativi di segnalazioni elettriche subacquee rimontano al 1803 e sono dovuti ad *Aldini* un nipote di Galvani. Egli fece qualche esperimento nel mare, presso Calais, e nella Marna, vicino a Charenton. Non si hanno però di questi esperimenti ricordi ben precisi. Prima di lui uno spagnolo, *Salvà* preconizzò la possibilità della telegrafia sottomarina in una memoria letta all'Accademia delle Scienze di Barcellona nel 1795.

merito principale del Werner Siemens l'averla applicata su vasta scala alla fabbricazione dei fili isolati, fino dalla primavera del 1848.

La guttaperca è il succo coagulato di alcune piante che crescono specialmente a Singapore, Sumatra, Malacca ed altre regioni tropicali. Per estrarlo gli indigeni abbattono l'albero e raccolgono il succo che cola da incisioni fatte nella corteccia. La materia si coagula presto; si mette nell'acqua bollente, si malassa, si batte con battitoi di legno e se ne formano pani che si mettono in commercio. Così riscaldata nell'acqua calda è oltremodo plastica; per cui talora il senso artistico di qualche coltivatore indigeno si rivela nelle forme più o meno bizzarre date a questi pani di gutta. Il raccolto della gutta distrugge quindi l'albero; e quando si pensi che un albero trentenne può dare solo qualche centinaio di grammi di gutta, mentre un solo cavo transatlantico ne richiede 4-500 tonnellate, si vede subito perchè questo prodotto diventi sempre più raro e costoso. Una semplice incisione fatta nell'albero non dà quasi succo; perchè questo tosto si coagula e chiude la ferita. Per contro tutte le parti secche e verdi dell'albero sono ricche di gutta, che va tutta perduta con questo metodo di raccolta. Gli sforzi di molti inventori sono perciò ora rivolti ad estrarre la gutta, con processi chimici dalle foglie e dai rami, dei quali si potrebbe fare una raccolta annuale senza danno per l'albero. È un processo che finora non ha dato grandi vantaggi all'industria; ma giova sperare possa fra breve dare buoni frutti, tanto più che le piantagioni tentate in molte colonie non hanno attecchito.

La guttaperca depurata con processi meccanici consistenti essenzialmente in lavature ripetute con acqua calda e fredda, e che quì non descriveremo ha un colore bianco al bruno: fibrosa, nervosa, alquanto elastica a temperatura ordinaria; molle, pieghevole a 40°-50° e plastica a 60°-70°; a 100° diviene pastosa, poi fonde e distilla decomponendosi. All'aria si ossida trasformandosi in una resina fragile; sott'acqua e fuori dal contatto della luce ha una durata presso a poco indefinita.

La gutta viene distesa sui fili a strati, nello stato pastoso, mediante un torchio continuo, munito di una filiera, analogo ai torchi da vermicelli o da piombo. Nel foro della filiera passa il filo di rame; la gutta, riscaldata a vapore, viene compressa da uno stantuffo, mentre il filo, tirato da un tamburo, attraversa la filiera coprendosi di gutta. Il filo così rivestito passa poi in lunghe vasche d'acqua fredda ove si indurisce, prima di essere avvolto sulle bobine. Si fanno generalmente due o tre strati di isolante per raggiungere il diametro richiesto; qualche fabbrica fa però il rivestimento in un solo strato; ma possono allora formarsi più facilmente delle bolle o soffiature, che occorre poi riparare.

L'anima così fabbricata viene conservata in vasche piene d'acqua ove si esperimenta elettricamente. Poi passa a prendere l'armatura.

La grossezza del rame e dello strato isolante di un'anima viene determinata da ragioni meccaniche ed elettriche. Meccanicamente parlando deve essere tale da costituire un insieme robusto, che possa passare senza danni alle diverse macchine; più interessano le condizioni elettriche, raggiunte le

quali sono anche generalmente raggiunte le condizioni meccaniche. La velocità di trasmissione di un cavo è in ragione inversa della resistenza elettrica e della capacità elettrostatica per unità di lunghezza di anima; ed è anche in ragione inversa del quadrato della lunghezza del cavo. Ora la resistenza elettrica per chilometro è inversamente proporzionale al peso di un chilometro di conduttore; e la capacità è inversamente proporzionale al logaritmo del rapporto del diametro esterno dell'anima a quello del conduttore di rame. Con questi dati e conoscendo la lunghezza che avrà la linea e la velocità di trasmissione che si vuole ottenere (quest'ultima in base al presunto traffico della linea) si può stabilire il peso di rame e di gutta da dare ad ogni chilometro di anima. Questo problema dà luogo ad una questione di minimi; p. es., tra le anime che soddisfano alle condizioni precedenti trovare quella di minimo volume; od anche quella di minimo costo. Ai prezzi attuali del rame e della gutta queste due condizioni sono quasi equivalenti e portano ad un'anima in cui il logaritmo del rapporto anzidetto sia circa $^1/_2$. Il peso delle anime nei cavi attuali oscilla tra 25-160 chilogrammi per chilometro di rame e 25-100 chilog. per chilom. di gutta a seconda dell'importanza del cavo.

Un'anima così fatta potrebbe a rigore bastare a costituire una linea sottomarina: nè mancano esempi di tal genere. La linea Varna-Balaclava, posata ai tempi della guerra di Crimea, era infatti costituita, nella quasi totalità, da un'anima pura e semplice; durò parecchi mesi e si ruppe solo dopo la presa di Sebastopoli. Ma è facile vedere che un'anima nuda è meccanicamente troppo debole; ed è troppo facile, si guasti o si rompi sia nelle varie manovre durante la posa, sia anche, quando posata, in causa di urti esterni qualsiasi. Si pensò quindi ben presto ad armare queste anime; ed il sistema attuale di armatura é ancora, salvo poche modificazioni, quello proposto dal Kuper e da W. Smith a Crampton e da lui applicato, nel 1851 al cavo Douvres-Calais, il primo cavo che ebbe una vera riuscita. Il sistema adottato dal Crampton consiste nel fabbricare attorno all'anima una corda con fili di ferro o d'acciaio, di cui l'anima stessa costituisce il nucleo centrale, l'anima vera della corda. Questa armatura però non dovrebbe posare direttamente sull'anima; sia perchè il piccolo diametro di questa non consentirebbe che un piccolo numero di fili dell'armatura ed allora il cavo sarebbe poco flessibile; a meno di mettere fili molto fini, sui quali però la ruggine avrebbe grande presa; sia poi perchè questi fili, in diretto contatto coll'anima, potrebbero facilmente danneggiarla. Tra l'anima e l'armatura si frappone perciò uno strato di fili di juta tannata, detto imbottitura; sul quale poi si avvolgono a lunga elica i fili dell'armatura, in modo da formare una corazza continua. Questi fili sono zincati per proteggerli dalla ossidazione, e si fa ancora su di essi una o due fasciature di juta catramata che li protegge ancora meglio dalla ossidazione e facilita anche il lavoro della posa.

È bene dire subito, per togliere una credenza erronea abbastanza comune, che i cavi si lasciano filare direttamente dal bordo sino al fondo del mare;

sia questo fondo a 10-20 metri, sia a 5-6000 metri, il cavo si lascia posare direttamente su di esso. Se così non fosse, i punti d'appoggio sarebbero presto segati sotto l'influenza del moto ondulatorio che il cavo assumerebbe in causa delle correnti; e, ad ogni modo, la tensione e la pressione in questi punti comprometterebbe facilmente lo isolamento del cavo. In un mare molto profondo il peso solo della corda metallica che pende dal bordo al fondo, durante la posa, è tutt'altro che indifferente; per cui l'armatura deve essere costituita con un materiale di grande resistenza specifica, quale l'acciaio. Per contro, a queste grandi profondità, le cause esterne di distruzione sono poco numerose. A 1000-2000 5000 metri la vita è ridotta a più semplice espressione; laggiù non esistono, o sono meno numeresi, quei grossi animali che possono addentare il cavo o spezzarlo violentemente, o quei coralli e piante che con gran facilità corrodono l'armatura o la juta; d'altronde non urto di àncore, nè reti di pescatori, nè banchi di ghiaccio, nè moto ondoso arrivano a turbare la serena tranquillità di quei fondi. L'armatura del cavo può quindi essere abbastanza piccola; un tipo molto comune è quello composto di 15 fili di acciaio di millimetri 2,7 di diametro (fig. 1). Al contrario, vicino alle coste, ove il mare è poco profondo, si sentono

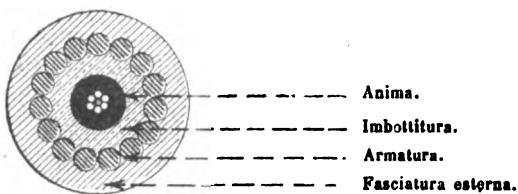



Fig. 1. — Cavo di fondo. Grandezza naturale.

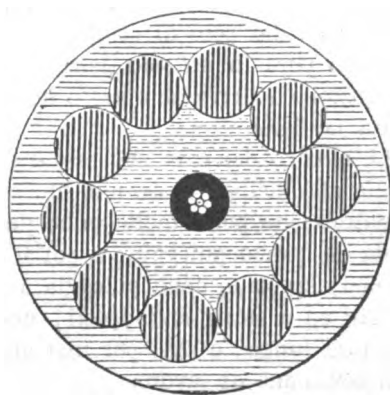



Fig. 2. — Cavo di costa. Grandezza naturale.

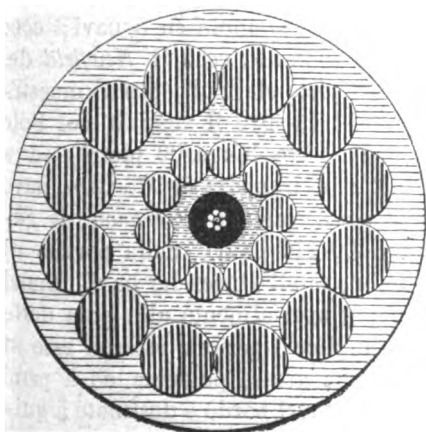



Fig. 3. — Cavo a doppia armatura. Grandezza naturale.

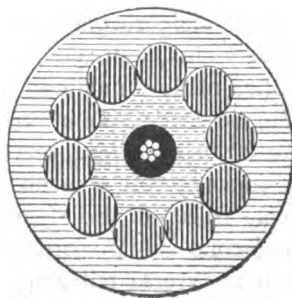



Fig. 4. — Cavo intermedio. Grandezza naturale.

tutte queste cause di distruzione, ivi poi non si esercitano grandi tensioni sul cavo durante la posa, per la poca profondità; l'armatura può quindi essere costituita di ferro, ma a fili molto grossi, per esempio, con 10 fili di ferro di circa 10 millim. di diametro (fig. 2). In alcuni punti più pericolosi si può anche fare una doppia armatura (fig. 3); od anche proteggere ulteriormente i cavi, vicino alla costa, con tubi di ghisa. Tra questi due tipi estremi è facile immaginare dei cavi intermedi (fig. 4); da posarsi ove il fondo va man mano degradando.

L'armatura di questi vari tipi di cavo è fatta con macchine identiche a quelle per fabbricare corde metalliche; e che qui non descriveremo. Mano mano che il cavo è fabbricato, viene *colto* in grandi vasche a spire orizzontali ed a strati sovrapposti e mantenuto sempre sott'acqua per poterlo esperimentare; ed esperimenti minuziosi e speciali vengono poi fatti sul cavo prima di imbarcarlo. Si fabbricano i cavi in grandi lunghezze, centinaia di chilometri del peso di centinaia di tonnellate, in un sol pezzo; che si imbarcano pure in un solo pezzo, ed è perciò necessario avere le officine di costruzione in riva al mare o ad un fiume navigabile per poterli imbarcare senza tagliarli.

L'imbarco dei cavi può essere fatto a questo modo. La nave si àncora in faccia all'officina; e, da uno dei suoi alberi all'officina, stende una corda metallica che porta molte puleggie di sostegno. La cima del cavo viene infilata in queste puleggie; e poi il cavo viene tirato a bordo da una macchinetta speciale, detta puleggia a fantino, e colto man mano in ispire orizzontali ed a strati sovrapposti, nelle vasche di bordo. È un'operazione abbastanza lunga; e che, per una grande linea transatlantica, può richiedere 4-5 settimane di lavoro.

Mentre avviene questa operazione, visitiamo un po' una nave telegrafica. Anzi, supponiamo un momento che la flotta telegrafica mondiale, sia raccolta per una grande rivista: ebbene l'industria dei cavi sottomarini potrebbe già allineare una bella squadra di 41 navi; la maggior parte di esse batterebbe bandiera inglese; il tricolore francese sventola su 5 navi; ecco il *Patrich Stewart* rappresentante del governo indiano, ecco il *Newfield* del governo canadese ed il *Tutanekai* della Nuova Zelanda. Sul picco di maestra della *Città di Milano* vediamo i colori italiani; mentre il vessillo col Sole nascente sfolgoreggia sull'*Okinva Maru*, bella nave lunga 90 metri; ed a questa vicina, l'attuale rivale, la China mette in isquadra il *Fee-Cheu*, nave di oltre mille tonnellate. Alcune di queste navi, come il *Silvertown*, il *Faraday*, lo *Scotia*, sono veri colossi; lunghe 100-110 metri, della portata di oltre 5000 tonnellate, servono alla posa delle grandi linee. Le navi minori più maneggevoli e meno costose, servono più specialmente alla posa delle piccole linee ed alle riparazioni. Ad una semplice ispezione esterna esse si riconoscono subito, perchè portano a poppa una grossa puleggia ed a prua due o tre grosse puleggie, protendentesi molto fuori bordo e destinate a guidare i cavi in mare.

Visitiamo una di queste navi. Troviamo all'estrema poppa la puleggia

suddetta; una puleggia di 1 metro circa di diametro girante entro a grosse difese arrotondate, che impediscono al cavo di scarrucolare e non lo gua-

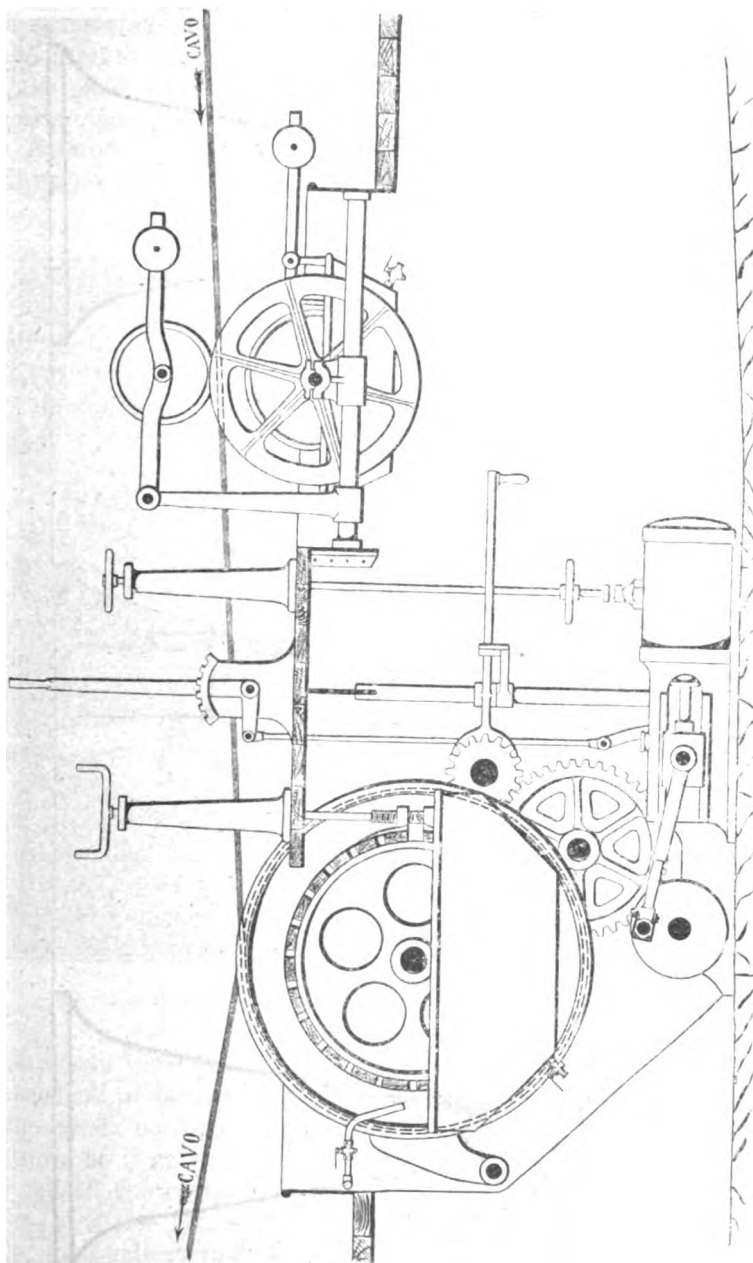



Fig. 5. — Macchina di posa.

stano se anche si presentasse di traverso; poi alcuni rulli di guida, fissati sulla coperta, ci conducono alla macchina di posa. Questa macchina (fig. 5)

consiste essenzialmente in un tamburo, di circa 2 metri di diametro e 50 centimetri di larghezza, comandato da una speciale macchina a vapore e munito di un robusto freno a nastro. Durante la posa, il cavo che esce dalle

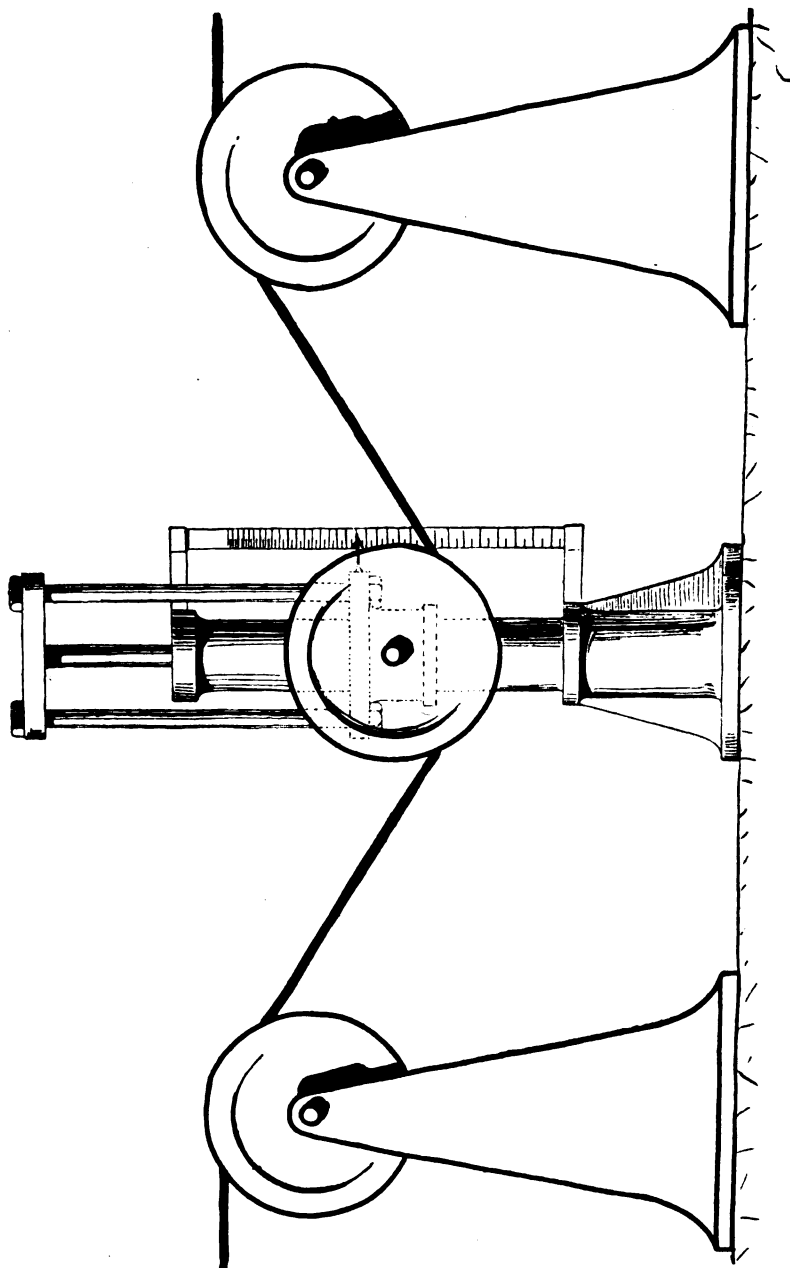



Fig. 6. — Dinamometro.

vasche di bordo, viene su questo tamburo, ove prende tre o quattro colli, poi, guidato dai rulli alla puleggia di poppa, scende in mare.

Prima della puleggia di poppa troviamo però un dinamometro, che misura la tensione subita dal cavo. Questo dinamometro (fig. 6) è formato da tre puleggie aventi le rispettive gole in un solo piano verticale; le due puleggie estreme, girano semplicemente sul loro asse; l'altra posta fra le due, e molto pesante, è anche mobile verticalmente in questo piano e preme sul cavo, che passa sotto di essa e sopra le altre due; ed a seconda della tensione essa viene più o meno innalzata, indicando la tensione su un'asta graduata. Serrando più o meno il freno della macchina di posa, si arriva a posare il cavo colla tensione voluta.

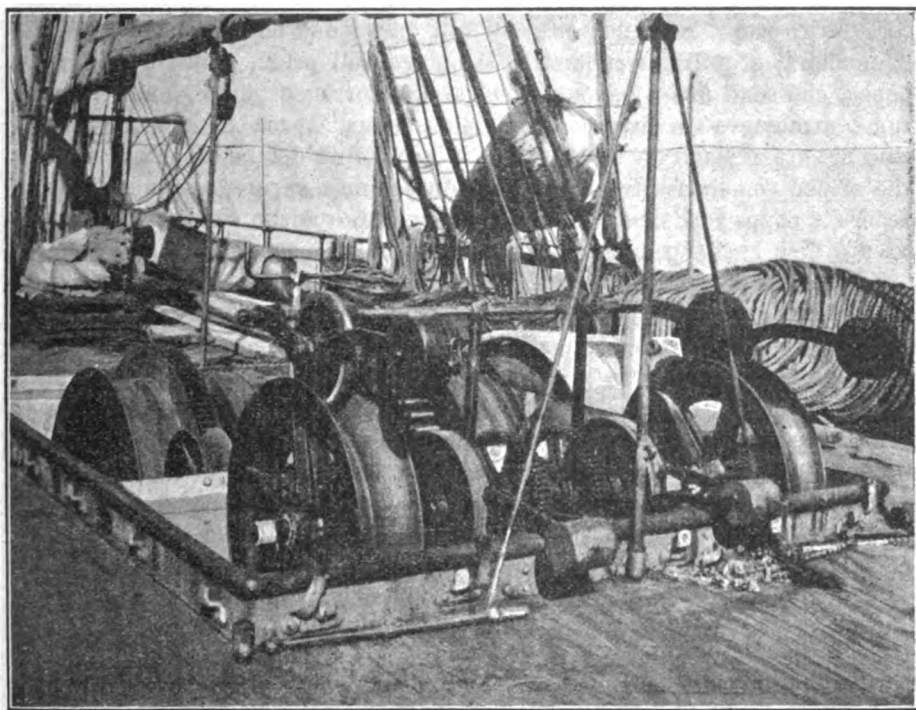



Fig. 7. — Macchina di posa e di rilevamento della CITTÀ DI MILANO.

Proseguendo verso il centro della nave troviamo in coperta delle aperture corrispondenti ai boccaporti delle vasche ove sono colti i cavi; e troviamo così che questa nave ha tre od anche quattro grandi vasche. A metà della nave troviamo il gabinetto elettrico, posto così al centro, perchè i galvanometri delicati che contiene sentano meno il rullio ed il beccheggio. Proseguendo troviamo poi, sulle sartie degli alberi, appese delle boe grandi e piccole; sono galleggianti di forme speciali, che servono a segnare un punto determinato del mare, ancorandoli al fondo con corde di manilla ed acciaio; od anche ad assicurarvi una cima di cavo telegrafico, durante le ope-

razioni di posa o di riparazione. Fissati al parapetto della nave troviamo degli ordigni di ghisa in forma di funghi, che servono di àncora a queste boe; e questa forma speciale è data loro perchè, mentre fa una buona presa in quasi tutti i fondi, non danneggia i cavi coi quali venisse in contatto; ciò che succederebbe facilmente colle àncore a marre solite. Oltrepassato così il centro della nave verso prua, un'altra serie di rulli di guida fissati sulla coperta, ci conduce alla macchina di salpamento. Questa macchina è simile alla macchina di posa (fig. 7); anzi si potrebbe dire che è come due macchine di posa accoppiate; poichè ha due tamburi, comandati generalmente da due macchine a vapore distinte, e muniti dei rispettivi freni, in modo da potere manovrare due cavi contemporaneamente. Proseguendo ancora verso prua, troviamo, allineati con questi due tamburi, due altri dinamometri; e quindi arriviamo alle puleggie di prua, simili a quelle di poppa, che sono due e talvolta anche tre, occorrendo talora, nelle riparazioni, manovrare tre cime contemporaneamente. A prua troviamo anche una macchinetta a mano da scandagliare la profondità del mare; altra simile, che si può comandare con una piccola macchina a vapore, avremmo dovuto vedere a poppa; la prima serve sino a fondi di qualche centinaio di metri: quest'ultima anche per fondo di otto o diecimila metri.

Scendiamo un momento nelle stive: cominciamo dal vedere le vasche dei cavi. Esse sono in ferro, cilindriche costrutte insieme alla nave; poichè ora queste navi si costruiscono appositamente per meglio adattarle al loro ufficio. E così troviamo che le navi telegrafiche hanno coperta più sgombra; hanno doppi fondi che si possono riempire più o meno di acqua, man mano che si posa il cavo, allo scopo di mantenere alla nave una buona linea di immersione; in alcune di esse troviamo doppia elica per poter girare molto stretto; e persino troveremo delle navi che, oltre al solito timone di poppa ne hanno un altro a prua, sulla linea dello sperone, timone che serve specialmente quando occorra manovrare all'indietro; poichè vi sono difficoltà speciali nella manovra di queste navi, con un cavo attaccato a poppa od a prora; ed occorre provvedere a rendere queste manovre più rapide e più sicure, con tutti i mezzi possibili. Queste vasche dunque, costrutte insieme alla nave, contribuiscono pure a darle maggiore solidità. Nel *Silvertown* troveremmo tre grandi vasche, di circa 10 metri di profondità; di cui la maggiore, che ha 16 metri di diametro, può portare più di 2000 miglia di cavo di fondo. Vediamo in queste vasche il cavo colto in ispire orizzontali a vari strati sovrapposti; e mantenuto sempre sott'acqua. Concentrico alla vasca (fig. 8) è un cono di 1 metro circa di diametro, che limita la spira più piccola del cavo; e troviamo pure un sistema di anelli di ferro, larghi alla base, più stretti in alto, che serve a guidare il cavo, dallo strato in cui si trova, sino alla bocca della vasca; questo sistema rassomiglia ad una *crinoline*, e si chiama appunto *crinoline*. Nella stiva troveremo ancora altre vasche più piccole, senz'acqua, ove sono colte delle corde in manilla acciaio per le boe ed i grappini. E troveremo anche una quantità di questi grappini, di forme svariate, che servono a ricercare un cavo in fondo al mare

e portarlo alla superficie; e poi una quantità di ordigni diversi, il cui uso potremmo apprendere assistendo ad un' operazione di posa.

Continuando nel regno delle ipotesi, facciamone un'altra, lieta, ma disgraziatamente poco probabile; che ad esempio si debba posare un cavo fra Napoli e la Sardegna e prendiamo imbarco sulla nave incaricata dei lavori. Ed anzi tutto; come si determinano il tracciato di un cavo ed i punti di approdo?.... Questi ultimi sono scelti dietro varie considerazioni. Intanto si cerca di rendere la linea meno lunga che possibile; ma è meglio approdare in baie riparate dal mare, con fondo di fango od arena, lungi dagli anco-

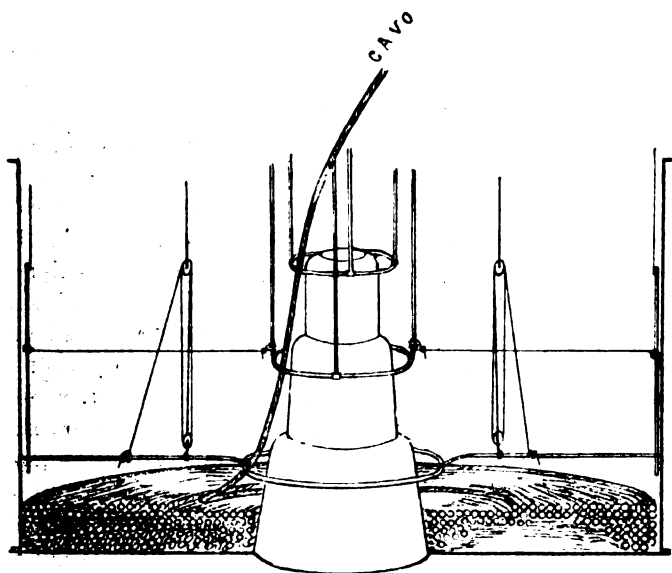



Fig. 8. — Vasca del cavo.

raggi possibili, o dalle foci dei fiumi. Talora occorre che questi punti siano di facile difesa, in tempo di guerra, e questo fatto può, da solo, determinare la scelta di un approdo Il tracciato poi fra questi approdi é di regola la linea più breve; osservando però che può essere il caso di deviarne, se il fondo non fosse buono; per esempio troppo grande o troppo piccolo, o ricco di coralli e piante, o roccioso, o vulcanico, o poco uniforme, a grandi pendenze, con vallate e montagne sottomarine; o spazzato da forti correnti, o soggetto a scoscendimenti.... cose che un'accurata campagna di scandagli può far rilevare. Arrivati dunque a bordo, comincieremo a vedere sulle carte marine il tracciato studiato per questo cavo; esso va ad esempio da Napoli, vicino a Posillipo, alla Sardegna, in una piccola insenatura presso Tortoli. Lungo questo tracciato troviamo segnati dei numeri che danno la profondità del mare e vediamo che, partendo da Napoli, arriviamo man mano in fondi

di 3800 metri, per poi risalire ancora verso la Sardegna; il fondo è di pendenza piccola, uniforme; e vediamo anche che la natura di questo fondo è pure stata studiata, e trovata in generale di sabbia o fango. Siamo quindi in buone condizioni.

Tutti questi dati sul fondo sono desunti dalle pubblicazioni fatte dai vari uffici idrografici, od anche da uno studio preventivo, fatto dalla stessa nave incaricata della posa.

Misurando la distanza totale sul tracciato, la troviamo di 225 miglia marine; invece ci dicono che a bordo sono state preparate 270 miglia di cavo. Abbiamo cioè un eccesso di circa 20 per cento; e questo eccesso è stabilito non solo per far fronte alle eventualità che si corrono in un'operazione di questo genere; ma anche perchè si vuole veramente posare una quantità di cavo maggiore di quella strettamente necessaria per coprire quella distanza. Questa quantità di cavo posata in più del percorso si chiama *imbando*. Essa serve essenzialmente a rendere possibile il rilevamento del cavo nelle riparazioni, pescandolo in un punto qualsiasi del tracciato e portandolo quivi alla superficie. Se il cavo fosse posato senza imbando, vale a dire con una tensione più o meno notevole sul fondo e si volesse poi sollevarlo dal fondo alla superficie in un punto qualsiasi, esso si romperebbe. L'imbando permette questo sollevamento; poichè esso fornisce quella maggior lunghezza di cavo occorrente, affinchè si possano sviluppare, senza tensione soverchia, i due rami di catenaria, dal punto pescato e sollevato alla superficie, sino al fondo. Questo imbando varia dal 5 al 6 per cento nei piccoli fondi, sino al 10-15 per cento nei grandi fondi. Un imbando maggiore sarebbe nocivo sia perchè sarebbe cavo sciupato; sia perchè il cavo, diventato così più lungo del bisogno, permetterebbe il passaggio ad un numero di segnali minore ogni minuto; sia anche perchè esso si poserebbe sul fondo, di quando in quando, in ispire più o meno strette dando luogo alla formazione di volte o cocche, che comprometterebbero l'isolamento e la solidità del cavo.

Bisogna dunque proporzionare l'imbando al fondo. Ora è facile misurare la quantità di cavo che si fila, mettendo un contagiri sul tamburo di posa, meno facile misurare la velocità nella nave. I vari lock, in uso nella marina, non rispondono interamente a questo scopo; poichè nella migliore ipotesi, essi non danno la velocità assoluta della nave, ma solo quella di essa in relazione alla massa d'acqua su cui galleggia; e perciò, se esiste una corrente, il lock non può darcene conto. Il *Siemens* ha perciò immaginato di posare insieme al cavo, un filo d'acciaio, che viene posato molto teso, senza imbando, in modo da dare la vera velocità della nave. Questo sistema è però usato solo dalla nave *Faraday* della casa *Siemens*; le altre navi regolano l'imbando tenendo conto delle costanti meccaniche del cavo, della tensione segnata dal dinamometro, della velocità della nave, della profondità del mare e dell'angolo di immersione.

Una teoria delle forze agenti su un cavo durante l'immersione, stabilita appunto dal Siemens, ci aiuta in questa determinazione. Non possiamo qui occuparcene; notiamo solo che essa mostra in che modo, variando i pesi

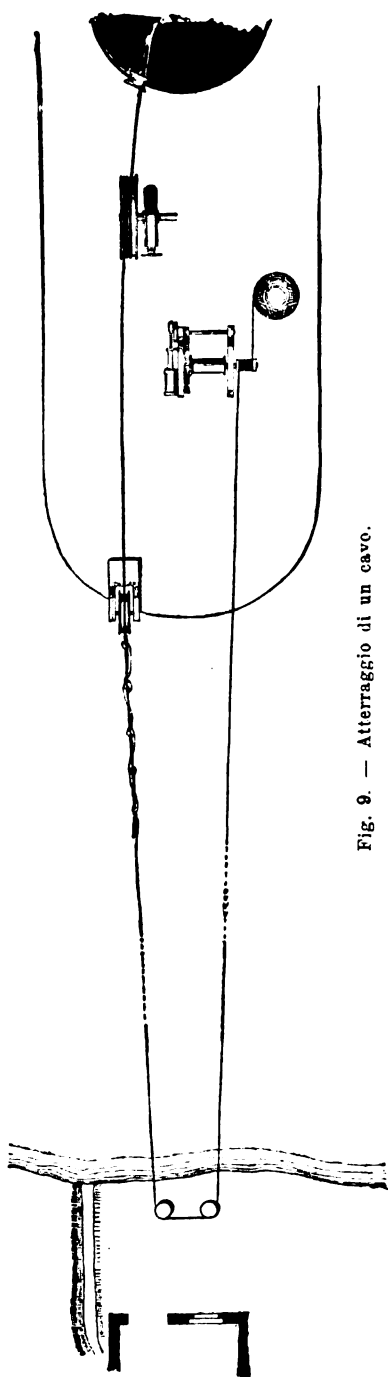



Fig. 9. — Atterraggio di un cavo.

posti sul freno, a seconda della velocità della nave e della profondità del mare, possiamo riuscire a posare un cavo col voluto imbando. Quanto all'angolo d'immersione esso ci dà la posizione del cavo durante l'immersione; poichè la linea descritta dal cavo, dal bordo al fondo è sensibilmente retta; ciò si spiega subito, riflettendo che in causa della resistenza dell'acqua, la velocità di caduta in essa di un corpo qualunque, diviene uniforme dopo un tempo brevissimo.

Ma ecco che la nostra nave si è àncorata a poche centinaia di metri dal punto designato per l'approdo di Posillipo e si prepara a mandare a terra la cima nel cavo, ossia, come si dice tecnicamente a *fare l'atterraggio*. Presso alla riva vediamo un casotto, ove si porterà la testa del cavo, per collegarla alle linee aeree coll'intermedio di un parafulmine. Dal casotto al mare è già scavata una trincea per accogliere il cavo. La nave manda a terra due robuste corde di canape (fig. 9), legate insieme e formanti un doppino, che a terra passa in una o due grosse puleggie, solidamente ancorate sulla spiaggia; un estremo di ognuna di queste corde è trattenuto a bordo; per abbozzare, ossia legare solidamente, ad uno di essi il cavo telegrafico, e portare l'altro ad un verricello a vapore. Il cavo telegrafico, un grosso cavo di costa, uscendo dalla vasca è guidato sul tamburo della macchina di posa, ove prende tre colli e quindi è abbozzato alla corda suddetta; girando il verricello e, d'accordo, il tamburo della macchina di posa, si tira a bordo una delle corde di canape, mentre il cavo

telegrafico, che è abbozzato all'altra corda, scende man mano in mare, passando sulla puleggia di poppa. Di 30 in 30 metri circa, vediamo legare al cavo telegrafico grossi palloni di tela gommata (fig. 10), che servono da galleggianti, per impedire al cavo di strisciare sul fondo, ciò che produrrebbe troppo attrito. Filati così circa 500 metri, vediamo che la cima del

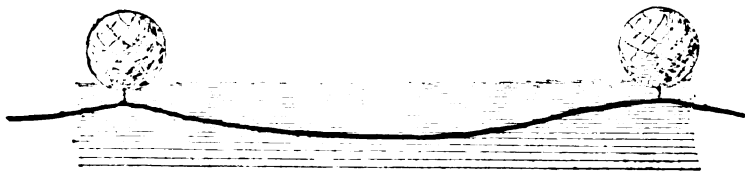



Fig. 10. — Palloni per sorreggere il cavo nell'atterraggio.

cavo è a terra; si fila ancora un po' di cavo, che si mette nella trincea e si fa penetrare nel casotto. Una lunga fila di palloni allineati sorregge ancora il cavo, da bordo a terra; e solo quando a terra il cavo è nella trincea, solidamente abbozzato, si levano man mano questi palloni, mentre, colla macchina di posa, si fila ancora alquanto cavo, per lasciarlo adagiare sul fondo.

Levati questi palloni, rimbarcato il personale che lavorava a terra, virate a bordo le cime di ritorno, la nave si prepara a partire; nel casotto a terra, rimangono degli elettricisti, sempre in comunicazione telegrafica colla nave, mediante il cavo stesso che si posa, e che coadiuvano gli esperimenti continui fatti dalla nave durante lo posa, per accertare le buone condizioni del cavo. Tutto essendo pronto, la nave issa dei segnali di convenzione, per avvisare le altre navi che essa sta lavorando su un cavo, e che devono lasciarle libero il passo e restare a distanza; salpa e parte. Si continua cosi la posa del grosso cavo di costa, alla velocità di 2-3 miglia all'ora, aiutando sul principio lo svolgimento del cavo colla macchina a vapore della macchina di posa; ma poi questa macchina a vapore viene disinnestata, e il cavo fila da sè sollecitato dalla velocità della nave e dal proprio peso a scendere nell'acqua; anzi col freno se ne deve moderare la discesa (fig. 11). Passano circa 5 miglia di grosso cavo di costa arrivando ad un fondo di circa 20 metri, poi vediamo che il cavo è già giuntato con un tipo intermedio pesante; di questo passano oltre 5 miglia raggiungendo un fondo di circa 150 metri; poi il cavo è già giuntato a sua volta con un tipo intermedio più piccolo, del quale si poseranno pure circa 5 miglia, raggiungendo un fondo di circa 400 metri. Mentre gli ingegneri addetti alla posa sorvegliano lo svolgimento del cavo, gli elettricisti, chiusi nel loro gabinetto, fanno esperienze continue; e altri ancora provvede a fare di quando in quando il punto, per fissare sulla carta il cammino percorso dalla nave, che differisce sempre più o meno dal tracciato preventivato; finora siamo in vista di terra e questo punto si fa con rilevamenti; più tardi, quando sa-

remo in alto mare, si farà con osservazioni astronomiche, oltre al punto stimato come si usa al solito in marina.

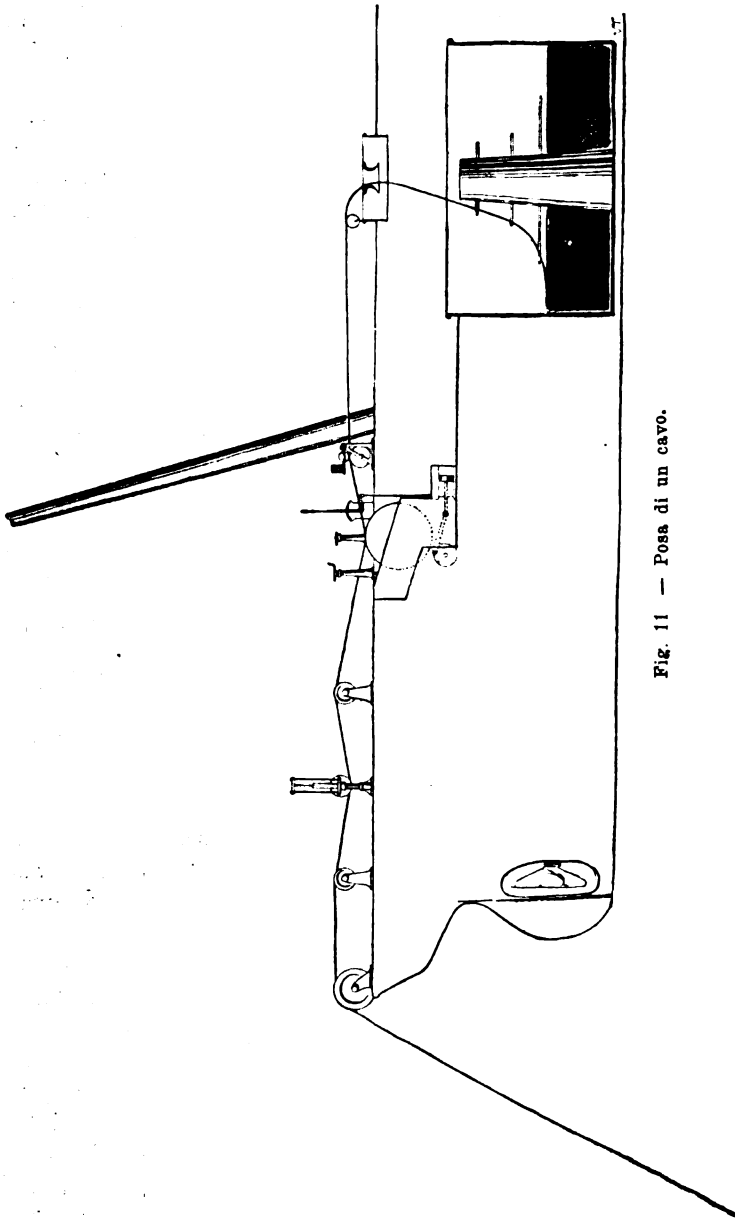



Fig. 11 — Posa di un cavo.

Poco a poco, quando i tipi più grossi di cavo sono posati, si è anche aumentata la velocità della nave, ed ora facciamo 5-6 miglia all'ora; e siamo così arrivati in otto o nove ore di lavoro a posare i cavi di costa ed in-

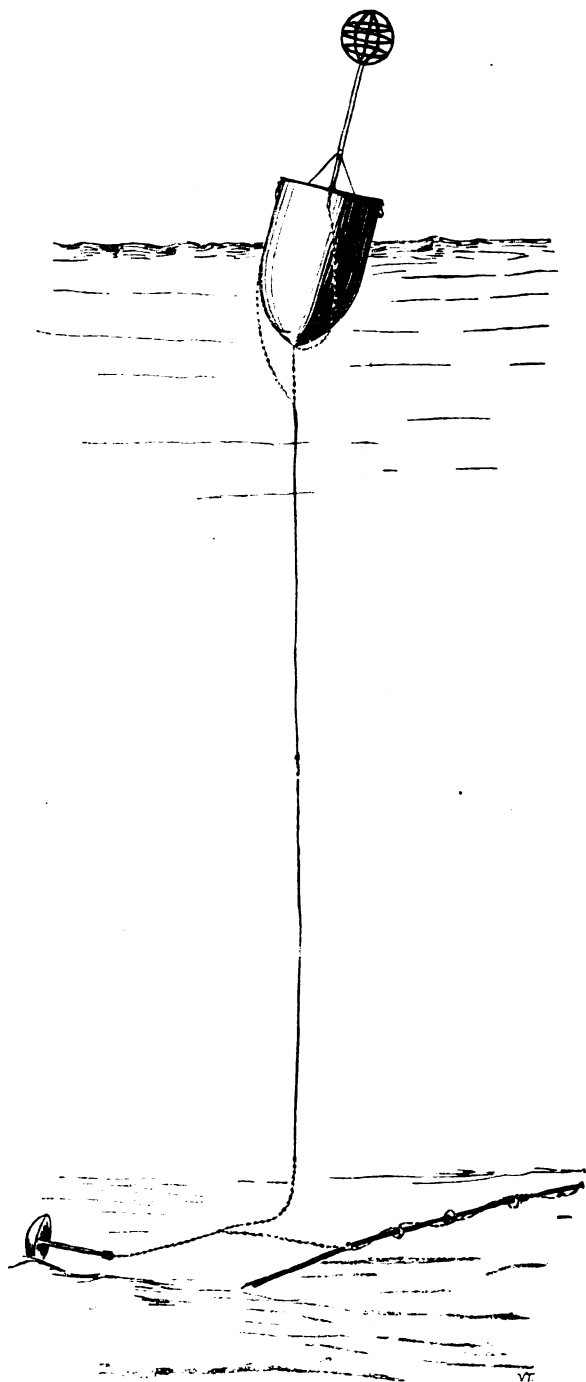



Fig. 12. — Boa sul cavo.

termedi e si dovrebbe ora continuare col cavo di fondo. Ma vediamo invece a bordo un certo movimento, indicante che si vuole tralasciare la posa, per mettere il cavo su una boa. Così è diffatti; i cavi non si potrebbero mettere in un pezzo da una sponda all'altra; notiamo che, vicino alle sponde, ci sono piccole lunghezze di cavi di costa ed intermedi; notiamo che a bordo abbiamo un eccesso di cavi di fondo per far fronte all'imbando ed anche alle circostanze impreviste; non potremmo quindi regolare lo svolgimento del cavo così bene, da arrivare all'altra sponda mettendovi, come occorre, i pezzi di grossi cavi che le competono. La posa deve quindi essere cominciata dai due atterraggi; posato da un atterraggio una certa lunghezza di cavo, si arresta la posa, affidando il cavo ad una boa; poi si comincia dall'altra parte, e si fila sino a questa boa, giuntando poi insieme i due pezzi con un giunto detto *finale*, perchè completa la linea. Il punto ove si vuol fare il giunto finale è scelto dietro varie considerazioni; possibil-

mente in mare non troppo profondo, in luogo un po' riparato dai mari e venti dominanti, ove non regnino forti correnti. Nel nostro caso è bene arrestare la posa qui, a 15 miglia da Napoli, dopo posati i cavi di sponda ed intermedi; ci troviamo così in soli 400 metri di fondo, e siamo fra Capri e Ischia, in buona posizione. Il personale, che nella vasca aiuta lo svolgimento del cavo avverte che siamo a poche centinaia di metri dalla cima dell'ultimo pezzo intermedio; si rallenta allora a poco a poco la velocità della nave, quindi si arresta del tutto il motore della nave, lasciando perdere a questa l'abbrivo; finchè, giunti alle ultime spire, macchina indietro, si ferma la nave totalmente. Il cavo viene solidamente abbozzato sulla coperta ed intanto si prepara a mettere la boa. Scandagliato il fondo, si trova di 400 metri. Si fila allora in mare la boa, e cioè; prima il fungo che serve ad ancorarla; dopo viene una catena che si biforca; ad un capo della biforcazione è solidamente abbozzata la cima del cavo telegrafico, le cui bozze sono poi tolte; all'altro è unita una corda di manilla acciaio, che si fila man mano da bordo, colla stessa macchina del cavo; questa corda è in pezzi da 100-200 braccia, uniti tra loro con maniglioni; filati circa 450 metri di questa corda, l'estremo viene congiunto alla boa, che si cala poi libera in mare (fig. 12).

(*Continua*).

STIMA DEI BOSCHI CEDUI

E DELLE FUSTAIE.

ARTICOLO I.

DEI BOSCHI CEDUI.

§ 1. Il prezzo d'estimo di un bosco ceduo è rappresentato dalla somma di due valori, l'uno del suolo (*capitale terra*), che è quello delle ceppaie col circostante terreno necessario a darle vita ed a far ripopolare il bosco tosto che gli alberi vengono abbattuti; l'altro del soprassuolo (*capitale alberi*), che è il costo del legname fuori terra, nello stato ed età in cui trovasi all'epoca della stima.

Impertanto potendosi presentare al perito cedui senza utili per sfolli (1), e cedui che li danno, così tratteremo partitamente l'uno e l'altro di siffatti due casi.

I.

Cedui senza utili degli sfolli.

§ 2. — **Valore del suolo.** — Dinotando con P il costo del legname del ceduo alla fine di ogni torno di n anni, il capitale corrispondente al principio del 1.° torno, ossia all'anno 0 è:

$$\frac{P}{q^n - 1} \text{ (2)}$$

ove q è eguale ad $1 + r$, essendo r l'interesse annuo di una lira.

E il capitale medesimo in un anno intermedio di detto torno, chiamando con m gli anni di già trascorsi dal cominciamento di quello, è dato da:

$$\frac{1}{q^{n-m}} \cdot \frac{P}{q^n - 1}$$

(1) In taluni siti gli sfolli si operano in minima proporzione, riducendosi a staccare nei primi anni di età del legname le sole verghette contorte, secche ed emaciate, l'utile delle quali va a compensare la spesa del corrispondente taglio e trasporto.

(2) Questa formola dà il capitale attuale di un reddito posticipato P che si ripete in perpetuo in ogni periodo di n anni, a contare da oggi.

§. 3. — **Valore del soprassuolo.** — Lo esamineremo per riguardo a due aspetti cui può trovarsi all'epoca della stima, cioè nello stato di maturità al taglio e nello stato di crescenza.

Soprassuolo maturo. — A rinvenire praticamente il valore P del soprassuolo maturo al taglio, ossia di n anni, si assumeranno diverse zone di bosco, ognuna di un quarto di ettaro, e tali che una o diverse, a seconda che è quello meno o più esteso, capitassero al margine dello stesso, ove le ceppaie sogliono essere più rigogliose e ricche di sprocchi, perchè meglio aerate e soleggiate, ed una seconda o varie nel folto delle piante.

Indi si numereranno e classificheranno in volume (1) le verghe per ciascuna di siffatte zone, ed a seconda dell'uso cui si prestano nell'industria se ne desumerà il costo, che unitamente all'altro della *frasca,* verrà depurato delle spese di taglio, trasporto ecc. E si avrà l'importo del legname di un quarto di ettaro qualunque del bosco, prendendo la media tra quelli avuti pei diversi saggi, in base della quale si ricaverà il prezzo di tutto il soprassuolo.

Questo metodo può applicarsi allorquando tanto detta parte al contorno del bosco che l'altra interna presentino le ceppaie di pari età ed alla medesima distanza, e dippiù che le loro ampiezze siano identiche o pressocchè tali, come pei cedui di figura allungata, oppure poco estesi, ovvero tramezzati da ampie strade, valloni ecc.

E quando ciò non si verifica occorrerà praticare le analisi su di una o più unità di superficie per ciascun sito che abbia a differire dall'altro, l'ottenuto prodotto medio si moltiplicherà per l'estensione del sito medesimo e la somma dei valori dei vari appezzamenti rappresenterà quello dell'intiero soprassuolo maturo del ceduo.

Soprassuolo crescente o immaturo. — Conosciuto come sopra il valore P che il soprassuolo del ceduo presenta al taglio finale, ossia ad n anni, quello che compete allo stesso numero di consimili verghe in età crescente, cioè di m anni, è:

$$\frac{P}{q^{n-m}}$$

§ 4. — **Valore dell'intero ceduo.** — Da quanto abbiamo fin qui detto si ricava che il valore dell'intero ceduo, (*suolo e soprassuolo*) è dato dalle seguenti due formole, secondochè gli alberi all'epoca della stima sono giunti a maturità di taglio oppure si trovino in istato crescente:

$$\frac{P}{q^n - 1} + P \qquad \text{ossia} \quad \frac{P}{q^n - 1} q^n \quad . \tag{α}$$

$$\frac{1}{q^{n-m}} \cdot \frac{P}{q^n - 1} + \frac{P}{q^{n-m}} \qquad \text{ovvero} \quad \frac{P}{q^n - 1} q^m \quad . \tag{β}$$

(1) La classifica in volume delle verghe del ceduo implica l'altra del loro stato di vegetazione; in effetto il legname suddetto essendo tutto della stessa età ne consegue che le verghe più piccole danno ad intendere che non hanno avute il rigoglio di vegetazione delle altre più grosse.

Applicazione di queste due ultime formole ai diversi casi pratici.

§ 5. Tutti i possibili casi in cui può trovarsi un bosco ceduo si riducano ai tre seguenti, che vanno risoluti con le due formole qui innanzi indicate (α) e (β).

§ 6. — **Primo caso.** — *Ceduo in rotazione di n anni.* — Se il taglio raso si pratica per l'intero bosco tutto in una volta in ogni n anni, la stima può accadere o quando il legname è giunto a maturità di taglio, ossia che gli alberi si trovano all'n^{mo} anno di vita, ovvero allo stato di crescenza. Nel primo caso si farà uso della (α) e nel secondo della (β).

Esempio 1.° — *Si domanda il valore di una selva cedua il cui legname in rotazione di* 18 *anni e del costo di L.* 4000 *è divenuto maturo al taglio.*

Dalla (α), dato l'interesse del 6 %, si ha:

$$\frac{4000}{q^{18}-1}\,q^{18} = \text{L. } 6157,15 \quad (1)$$

Esempio 2.° — *Che costo ha presentemente un ceduo di* 8 *anni il cui legname reciso a* 20 *dà L.* 550?

Dalla (β) si ottiene:

$$\frac{550}{q^{20}-1}\,q^{8} = \text{L. } 397,17 \quad (2).$$

§ 7. — **Secondo caso.** — *Ceduo ripartito in m sezioni in rotazione di n anni.* — Per aversi più di frequente l'utile dal ceduo, i proprietarii lo costumano dividere in 2, 3 ...... m appezzamenti o *sezioni* di diversa età, onde nel periodo di maturazione di n anni potessero accadere 2, 3 ... m tagli finali, ognuno sulla rispettiva zona.

In tal modo all'epoca della stima possono capitare sezioni mature e altre crescenti, ovvero tutte crescenti; ed allora a seconda delle due ipotesi si farà uso della (α) o della (β).

(1) È da avvertirsi che qualora il legname del ceduo si presentasse al tempo della stima danneggiato per straordinari sinistri atmosferici avvenuti, o per altra causa eventuale, dovrà distinguersi il costo P relativo al calcolo del capitale terra, dall'altro costo P che riflette il soprassuolo nelle anormali sue condizioni. Così pel detto esempio se per causa dell'infortunio il legname invece di L. 4000 costasse L. 3000, si avrebbe dalla (α) pel valore del ceduo:

$$\frac{4000}{q^{18}-1} + 3000 = \text{L. } 5157,15.$$

(2) Se la stima avvenisse invece pochi giorni dopo il taglio finale nella detta formula (β) la m essendo 0, si tratterebbe di determinare il solo capitale terra, espresso da:

$$\frac{P}{q^{n}-1} = \frac{550}{q^{20}-1} = \text{L. } 249,19.$$

Esempio 1.° — *Che costo hanno attualmente, con l'interesse del 5 %, due sezioni di ceduo, una di 5 anni e l'altra di 8, il cui legname reciso a 10 anni dia per la prima L. 800 e per la seconda L. 500?*

La (β) *dà per tutte e due queste sezioni:*

$$\frac{800}{q^{10}-1} q^5 + \frac{500}{q^{10}-1} q^8 = \text{L. } 2798,10.$$

Esempio 2.° — *Si domanda il valore di tre sezioni di ceduo i cui soprassuoli tagliati a 15 anni diano lo stesso utile di L. 300, e che al tempo della stima la prima abbia il legname allo stato di maturità, ossia a 15 anni, la seconda a 10 anni e la terza a 5.*

Il valore della sezione matura è dato dalla (α) *e quelli delle due crescenti rispettivamente dalla* (β); *epperò con l'interesse del 5 % si ha:*

$$\frac{300}{q^{15}-1} q^{15} + \frac{300}{q^{15}-1} q^{10} + \frac{300}{q^{15}-1} q^5 = \text{L. } 1385 \text{ (1)}.$$

§ 8. — **Terzo caso** — *Ceduo suddiviso in n sezioni in rotazione di n anni* (2). — Molti conformano il ceduo in tante sezioni per quanti gli anni del torno, onde ricavare annualmente un taglio finale; il ceduo in tal modo suddiviso dicesi *regolato e sistemato.*

E se tale taglio è costantemente dello stesso costo P il valore del ceduo vien dato elevando P a capitale ed aggiungendo al risultato il medesimo P

(1) Quando i tagli finali delle varie sezioni del bosco, come in quest'ultimo esempio, son tutti dello stesso valore P e che dippiù avvengono ad eguali intervalli, locchè si verifica quando tra una sezione e l'altra vi passa la medesima differenza di anni, che dinoteranno con s, varrà supporre il ceduo come formato di una sola delle sue m sezioni che compiendo in ogni s anni il suo torno, dia in tal'epoca il detto valore P.

Così coi dati del medesimo ultimo esempio si ha:

$$\frac{P}{q^s - 1} q^s = \frac{300}{q^5 - 1} q^5 = \text{L. } 1385.$$

E se detto intervallo è di un solo anno, caso che tratteremo in seguito, ciò che non può accadere se non quando il numero delle sezioni di cui è composto il ceduo è uguale al numero di anni della rotazione, cioè all'età in cui si lascia vivere il soprassuolo, il ceduo potrà considerarsi siccome costituite di una sola delle sue $m = n$ sezioni che sia capace di dare annualmente il prodotto P, ed il suo valore sarà dato facendo nella (α) $n = 1$ così:

$$\frac{P}{r} + P.$$

(2) Se le sezioni invece di essere in numero di n sieno $2n$, $3n$ ...., la P eguaglierà in ogni anno la somma di 2, 3, ... tagli rasi.

quante volte al tempo della stima esiste ancora in piedi il legname dell'anno. Così:

$$\frac{P}{r} + P \text{ (1)}$$

Esempio. — *Si domanda il valore al 5 %*$_0$ *di un ceduo scompartito in quattro sezioni in rotazione di quattro anni, il cui taglio maturo è del costo di L.* 100. *Si ha:*

$$\frac{100}{0,05} + 100 = L.\ 2100,00.$$

§ 9. — E qualora per la diversa ampiezza delle sezioni, vario stato di vegetazione delle piante od altra causa, i prodotti annui che si ottengono dal bosco non si eguagliano tra loro in valore, si piglierà la media aritmetica M tra tutti quelli che hanno luogo per l'intiera rotazione, quale media si eleverà come innanzi a capitale, a cui del pari sarà aggiunta la media medesima se il taglio dell'anno al tempo della stima non ancora si è praticato. Così:

$$\frac{M}{r} + M$$

Esempio. — *Abbiasi un ceduo di* 4 *sezioni in rotazione di* 4 *anni il costo annuale del cui legname in età matura sia rappresentato dai numeri* 50, 90, 60 *e* 80. *Si domanda il valore di tale ceduo con l'in-*

(1) Ed invero presentando il ceduo in ogni tempo una sezione giunta a maturità di taglio, ossia di n anni, e tutte le altre gradatamente decrescenti, cioè di $n-1$ ad 1 anno, il valore dello stesso sarà dato dalla (α) e dalla (β) ove in quest'ultima in luogo di m si debbano porre le età che convengono al caso in esame, cioè $n-1$, $n-2$, ... 2, 1, ed avremo:

$$\frac{P}{q^n-1}\,q^n + \frac{p}{q^n-1}\,q^{n-1} + \frac{P}{q^n-1}\,q^{n-2} + \ldots + \frac{P}{q^n-1}\,q^2 + \frac{P}{q^n-1}\,q$$

ossia fatte le debite riduzioni, si ha come sopra:

$$\frac{P}{r} + P$$

In questa formola il termine $\frac{P}{r}$ indica il valore del suolo di detto ceduo. Difatti sopprimendo dalla (α) e dalla (β) i relativi soprassuoli ed applicando quest'ultima, come avanti, a tutte le sezioni decrescenti di $n-1$ ad 1 anno, avremo sommando i risultati il valore del suolo di un ceduo suddiviso in n sezioni in rotazione di n anni, espresso da:

$$\frac{P}{q^n-1} + \frac{1}{q^{n-1}}\cdot\frac{P}{q^n-1} + \frac{1}{q^{n-2}}\cdot\frac{P}{q^n-1} + \ldots + \frac{1}{q}\cdot\frac{P}{q^n-1} = \frac{P}{r}$$

teresse del 4 %, supposto che la stima accadesse quando il taglio dell'anno è ancora in piedi. Avremo:

$$\frac{70}{0,04} + 70 = L.\ 1820.$$

E se la stima avvenisse alla fine dell' anno, epoca in cui già si è eseguito il taglio, il valore del bosco sarebbe invece:

$$\frac{70}{0,04} = L.\ 1750.$$

§ 10. — *Annotazione.* — Ove il taglio non possa effettuarsi che dopo vari mesi da quello in cui avviene la stima, è regolare dedursi dal corrispondente costo gl'interessi relativi. Così, dato che la stima avesse luogo alla fine di gennaio e che il taglio, del valore di L. 1000, non possa realizzarsi che al 1.° dicembre, al rinvenuto capitale del suolo bisognerà non aggiungere tutte le L. 1000, ma sibbene L. 950, supposto l'interesse annuo del 6 %.

II.

Cedui con gli utili degli sfolli.

§ 11. — **Valore del suolo.** — Gli utili che si ricavano dal ceduo durante gli n anni di sua vita sono quelli degli sfolli e delle verghe finali. Ora chiamando con a, b, c......P tali utili, con α, β, γ....n gli anni che devonsi aspettare per conseguirli ed accumulando gli stessi utili all' ultimo anno del torno, che è l'n^{mo}, non che sommando i risultati, abbiamo:

$$a\,q^{n-\alpha} + b\,q^{n-\beta} + c\,q^{n-\gamma} + \ldots\ldots + P$$

Questa somma divisa per $q^n - 1$ dà il valore del suolo del ceduo ad n anni, o del capitale terra, che è:

$$\frac{a\,q^{n-\alpha} + b\,q^{n-\beta} + c\,q^{n-\gamma} + \ldots\ldots + P}{q^n - 1}$$

E per un anno intermedio del torno, dinotando con m gli anni di già trascorsi dal principio di esso, la precedente formola si muta nell'altra:

$$\frac{1}{q^{n-m}} \cdot \frac{a\,q^{n-\alpha} + b\,q^{n-\beta} + c\,q^{n-\gamma} + \ldots\ldots + P}{q^n - 1}$$

§ 12. — **Valore del soprassuolo.** — *Soprassuolo maturo.* — Allorchè la stima avviene durante l'n^{mo} anno di vita del ceduo, in tal' epoca non esi-

stendo che le sole verghe destinate al taglio finale, il valore del soprassuolo del ceduo sarà P.

Soprassuolo crescente o immaturo. — Dinotando come innanzi con a, b, c...... i costi degli sfolli negli anni α, β, γ..... e con P quello delle verghe finali ad n anni, detti costi accumulati alla fine di tale n^{mo} anno e sommati divengono:

$$a\, q^{n-\alpha} + b\, q^{n-\beta} + c\, q^{n-\gamma} + \ldots\ldots + P$$

Ora dinotando con m l'età che il soprassuolo crescente presenta al tempo della stima, il valore di questo è dato portando la precedente formola $n-m$ anni indietro cioè:

$$\frac{a\, q^{n-\alpha} + b\, q^{n-\beta} + c\, q^{n-\gamma} + \ldots\ldots + P}{q^{n-m}} \quad (1)$$

§ 13. — **Valore dell'intero ceduo.** — Dalle formole qui innanzi indicate risulta pel valore dell'intero ceduo *(suolo e soprassuolo)* le altre due seguenti, secondochè le verghe finali all'atto della stima sono giunte a maturità di taglio, ossia ad n anni, ovvero trovansi nell'età crescente di m anni:

$$\frac{a\, q^{n-\alpha} + b\, q^{n-\beta} + c\, q^{n-\gamma} + \ldots\ldots + P}{q^{n} - 1} + P \qquad (\gamma)$$

$$\frac{1}{q^{n-m}} \left(\frac{a\, q^{n-\alpha} + b\, q^{n-\beta} + c\, q^{n-\gamma} + \ldots\ldots + P}{q^{n} - 1} + a\, q^{n-\alpha} + \right.$$

$$\left. + b\, q^{n-\beta} + \ldots\ldots + P \right) \qquad (\delta)$$

Applicazione delle due ultime formule ai diversi casi pratici.

§ 14. — **Primo caso.** — *Ceduo in rotazione di* n *anni.* — Se la stima della sezione del ceduo accade nell'ultimo anno della rotazione, ossia quando il legname è tutto maturo, il valore della stessa sezione sarà dato dalla (γ); e se avviene nel corso della rotazione, ossia quando il legname è crescente, dalla (δ).

Esempio. — *Una sezione di ceduo dà per taglio finale in ogni* 14 *anni l'utile di L.* 1000, *non che per sfolli gli altri di L.* 40 *al secondo*

(1) Questa formola è identica all'altra:

$$\frac{a}{q^{\alpha-m}} + \frac{b}{q^{\beta-m}} + \frac{c}{q^{\gamma-m}} + \ldots\ldots + \frac{P}{q^{n-m}}$$

i cui termini sotto la espressione generale di $\frac{P}{q^{n-m}}$ abbiamo applicati per la stima degli alberi legnosi in età crescente.

anno, di L. 60 *al quarto, di L.* 80 *al sesto e di L.* 120 *all'ottavo. Si domanda con l'interesse del* 5 $^0/_0$ *il valore di siffatta sezione di ceduo a* 14 *anni, epoca in cui è divenuto maturo il taglio di L.* 1000.

Abbiamo dalla (γ):

$$\frac{40\,q^{14-2}+60\,q^{14-4}+80\,q^{14-6}+120\,q^{14-8}+1000}{q^{14}-1}+1000=L.\ 2478{,}27$$

Esempio 2.° — *Coi dati del precedente esempio, supposto che la stima avvenga alla fine del* 4.° *anno di vita del ceduo, si otterrà dalla* (δ), *considerato che in tal tempo non più esistano gli sfolli di L.* 40 *e di L.* 60.

$$\frac{1}{q^{14-4}}\Big(\frac{40\,q^{14-2}+60\,q^{14-4}+80q^{14-6}+120\,q^{14-8}+1000}{q^{14}-1}+$$

$$+80\,q^{14-6}+120\,q^{14-8}+1000\Big)=L.\ 1692{,}72.$$

E se la stima avvenisse alla fine dell' n^{mo} *anno, ossia al termine della rotazione, non esistendo allora soprassuolo, il valore della sezione del ceduo sarà quello del suo suolo, espresso da:*

$$\frac{40\,q^{14-2}+60\,q^{14-4}+80\,q^{14-6}+120\,q^{14-8}+1000}{q^{n}-1}=L.\ 1478{,}27.$$

§ 15. — **Secondo caso.** — *Ceduo ripartito in* m *sezioni in rotazione di* n *anni.* — Potendosi presentare all'atto della stima sezioni mature ed altre crescenti, a seconda delle due ipotesi si valuteranno con la (γ) e con la (δ).

Esempio 1.° — *Due sezioni di ceduo danno al taglio finale, che avviene in ogni* 12 *anni, rispettivamente gli utili di L.* 800 *e di L.* 1200. *Intanto la prima è capace di dare per sfolli al secondo anno L.* 100, *al quarto L.* 150 *e al sesto L.* 200, *mentre l'altra offre anche per sfolli al secondo anno L.* 130, *al quarto L.* 180 *ed al sesto L.* 250. *Si cerca sapere con l'interesse del* 5 $^0/_0$ *il costo di tali due sezioni, supposto la prima trovarsi all'epoca della stima alla fine del secondo anno e la seconda al nono.*

Per la 1.ª *di dette sezioni, trovandosi in piedi i soli sfolli di L.* 150 *e di L.* 200, *che si realizzano al* 4.° *ed al* 6.° *anno, si ha dalla* (δ):

$$\frac{1}{q^{12-2}}\Big(\frac{100\,q^{12-2}+150\,q^{12-4}+200\,q^{12-6}+800}{q^{12}-1}+$$

$$+150\,q^{12-4}+200\,q^{12-6}+800\Big)=L.\ 1912{,}24.$$

E per la 2.ª ove non esistono più sfolli, si ottiene dalla stessa (δ):

$$\frac{1}{q^{12-9}}\left(\frac{130\,q^{12-2}+180\,q^{12-4}+250\,q^{12-6}+1200}{q^{12}-1}+1200\right)=L.\ 3221,40.$$

Esempio 2. — *E se al tempo della stima la 1.ª di dette due sezioni di bosco si trovasse al principio del 12.° anno di sua vita, e la 2.ª alla fine, qual ne sarebbe il valore?*

Per la 1.ª si ha dalla (δ):

$$\frac{1}{q^{12-11}}\left(\frac{100\,q^{12-2}+150\,q^{12-4}+200\,q^{12-6}+800}{q^{12}-1}+800\right)\ L.\ 2500,01$$

E per la 2.ª dalla (γ):

$$\frac{130\,q^{12-2}+180\,q^{12-4}+250\,q^{12-6}+1200}{q^{12}-1}=L.\ 2529,15.$$

§ 16. — **Terzo caso.** — *Ceduo suddiviso in* n *sezioni in rotazione di* n *anni.* — Se ognuna delle n sezioni è capace di offrire durante la sua vita il medesimo costo Q di legname, il valore dell'intero ceduo sarà dato elevando Q a capitale ed aggiungendo al risultato lo stesso Q se al tempo della stima non ancora si e praticato il taglio dell'anno.

Così:

$$\frac{Q}{r}+Q\ (1)$$

Esempio. — *Abbiasi un ceduo diviso in quattro sezioni in rotazione di quattro anni, ognuna delle quali dia al taglio finale l'utile di L. 100 e per sfolli al 1.° anno L. 10, al 2.° L. 20 ed al 3.° L. 30: se ne domanda il valore con l' interesse del 5 %.*

Essendo $Q=100+10+20+30=160$ *avremo:*

$$\frac{160}{0,05}+160=L.\ 3360\ (2).$$

(1) Infatti facendo nella (δ) $n=m=\alpha=\beta=\gamma=......=1$ essa diviene:

$$\frac{a+b+c+......+P}{r}+a+b+c+......+P$$

e ponendo $a+b+c+.....+P=Q$ risulta:

$$\frac{Q}{r}+Q$$

(2) Si giunge al medesimo risultato applicando direttamente le formole (δ) e (γ), ove $P=100$, $a=10$, $b=20$, $c=30$, $n=4$, $\alpha=1$, $\beta=2$, $\gamma=3$ ed m uguaglia l'età del soprassuolo al tempo della stima, quale età in ogni anno per una sezione corrisponde ad 1 anno, per altra a 2, per altra a 3 e per l'ultima a 4. Otterremo così:

III.

Annotazione.

§ 17. — Le formole da noi indicate per la stima del bosco ceduo vanno adottate allorquando lo stesso devesi vendere e che il trasferimento del relativo possesso avvenga o nel medesimo anno in cui ha luogo la stima oppure in altro cognito al perito ed al quale questi possa rapportare i calcoli delle formole medesime. Se detto trasferimento non avvenga, ovvero non è prevedibile l'anno in cui possa accadere, il valore del ceduo (*suolo e soprassuolo*) si determinerà capitalizzando la media aritmetica ottenuta dividendo la somma dei prodotti che si ricavano durante la vita degli alberi pel numero di anni che la compongano.

IV.

Valore delle foglie.

§ 18. — È detto foglia di 1, 2, 3...... anni, l'incremento teorico preso dal soprassuolo del bosco in ognuno di tali intervalli di tempo.

I valori delle foglie di 1, 2, 3..... *s* anni sono dati rispettivamente dalle formole:

$$\frac{P}{q^n - 1}(q^{m+1} - q^m);\ \frac{P}{q^n - 1}(q^{m+2} - q^m);\ldots\ldots$$

$$\frac{P}{q^n - 1}(q^{m+s} - q^m).$$

Per la sezione crescente di 1 anno:

$$\frac{1}{q^{4-1}}\left(\frac{10q^{4-1} + 20q^{4-2} + 30q^{4-3} + 100}{q^4 - 1} + 10q^{4-1} + 20q^{4-2} + 30q^{4-3} + 100\right) = \text{L.}\quad 804,63$$

Per la sezione crescente di 2 anni:

$$\frac{1}{q^{4-2}}\left(\frac{10q^{4-1} + 20q^{4-2} + 30q^{4-3} + 100}{q^4 - 1} + 20q^{4-2} + 30q^{4-3} + 100\right) = \ldots\ldots \text{»}\quad 834,33$$

Per la sezione crescente di 3 anni:

$$\frac{1}{q^{4-3}}\left(\frac{10q^{4-1} + 20q^{4-2} + 30q^{4-3} + 100}{q^4 - 1} + 30q^{4-3} + 100\right) = \ldots\ldots \text{»}\quad 854,32$$

E per la sezione matura:

$$\frac{10q^{4-1} + 20q^{4-2} + 30q^{4-3} + 100}{q^4 - 1} + 100 \ldots\ldots \text{»}\quad 866,32$$

In uno L. 3360,00

ESEMPIO. — *Il legname di una sezione di ceduo che in ogni* 10 *anni* $= n$ *dà il capitale di L.* 500 $= P$, *è stato apprezzato per vendersi alla età di* 4 *anni* $= m$; *durante però la contrattazione è arrivata al* 5.° *anno. Si domanda che altra somma deve aggiungersi al primitivo prezzo, ovvero qual'è il valore della foglia di un anno?*

Supposto l' interesse del 5 % *avremo:*

$$\frac{P}{q^{10}-1}(q^5 - q^4) = \frac{500}{0.6289}\, 0,0608 = L.\ 48,83.$$

Potevasi trovare direttamente il valore attuale, cioè a cinque anni del riferito legname, che è:

$$\frac{P}{q^{10}-1}(q^5 - 1) = \frac{500}{0,6289}\, 0,2763 = L.\ 219,66$$

e questo sarebbe stato quello a pagarsi dall' acquirente in luogo del precedente.

Il medesimo valore eguagliar deve l'altro relativo all'età di 4 *anni, cioè:*

$$\frac{P}{q^{10}-1}(q^4 - 1) = \frac{500}{0,6289}\, 0,2155 = L.\ 171,33.$$

aumentato della mentovata foglia di L. 48,33. *Ed in effetti:*

$$171,33 + 48,33 = L.\ 219,66.$$

V.

Spese ed erbaggi da pascolo.

§ 19. — **Spese.** — Le spese annuali ed eguali si eleveranno a capitale e detrarranno dal prezzo d'estimo del bosco. Per le altre non annualmente le stesse che possono avvenire durante gli anni di vita del legname del ceduo, per poi riprodursi nei susseguenti altri torni, e per quelle periodiche, si troverà la corrispondente media aritmetrica il cui capitale sarà detratto come sopra, semprechè non sia noto al perito l'anno in cui il possesso del fondo si trasferisce nel nuovo proprietario. Invece quando è cognito l'anno suddetto e la stima avviene al principio della rotazione forestale, si troverà rispetto alle fine dell'ultimo anno di questa, ossia l' n^{mo}, la somma S delle accumulazioni sia delle indicate spese annuali e disuguali, sia delle altre periodiche, e poscia si determinerà il capitale corrispondente mercè la formola:

$$\frac{S}{q^n - 1}$$

Se poi la stima avvenga in un anno intermedio della rotazione, oppure nell' ultimo, si farà rispettivamente uso delle altre due formole:

$$\frac{S}{q^n - 1} q^m \qquad \frac{S}{q^n - 1} q^n$$

ove m indica gli anni trascorsi dal principio della rotazione medesima.

ESEMPIO 1.° — *Durante i 6 anni di vita del legname di un ceduo accadono le spese annuali di L. 80, L. 60, L. 90, L. 30, L. 50 e L. 40. Si domanda con l'interesse del 5 %* *il corrispondente valore capitale, supposto che la stima abbia luogo al principio del torno.*

La somma delle accumulazioni di dette spese rispetto alla fine dell' ultimo anno di vita del ceduo, è:

$$80\, q^6 + 60\, q^5 + 90\, q^4 + 30\, q^3 + 50\, q^2 + 40\, q = 425{,}03$$

e quindi:

$$\frac{425,03}{q^6 - 1} = 1249,72.$$

ESEMPIO 2.° — *All'ottavo anno di vita di un ceduo avviene la spesa di L. 100, al nono quella di L. 120 e al decimo l'altra di L. 140. Si cerca sapere il relativo valore capitale con l'interesse anche del 5 %, supposto che il torno di detto bosco si compia in anni 20 e che la perizia succeda anche al principio del 1.° anno dello stesso.*

La somma delle accumulazioni delle riferite spese periodiche alla fine del 20° anno di vita del ceduo è:

$$100\, q^{12} + 120\, q^{11} + 140\, q^{10} = 612,87.$$

e perciò:

$$\frac{612,87}{q^{20} - 1} = 370,69.$$

ESEMPIO 3.° — *Coi dati del primo di questi esempî se la stima succedesse al 3.° anno di vita del ceduo si otterrebbe:*

$$\frac{425,03}{q^6 - 1} q^3 = 1446,67.$$

ESEMPIO 4.° — *E se la stima si effettuasse all' ultimo anno del torno, si avrebbe:*

$$\frac{425,03}{q^{6-3}} q^6 = 1674,75.$$

§ 20. — **Erbaggi da pascolo.** — Gli utili degli erbaggi da pascolo non sono sempre gli stessi in ogni anno, perchè quando le ceppaie di fresco

sono state capitozzate, non si possono introdurre gli animali che mangerebbero anche i nuovi e teneri virgulti; e quando questi hanno acquistato robustezza e vigoria, impediscono con le dense loro chiome che le erbe vegetino sul suolo sottoposto. Perciò al tempo della piccola età degli alberi gli erbaggi, se voglionsi utilizzare, debbono essere estirpati o falciati, e solo negli anni posteriori, e, per un certo tempo, possono offrire sul posto un certo profitto.

A determinare il capitale corrispondente agli utili degli erbaggi da pascolo, che sarà invece aggiunto al prezzo d'estimo del bosco, costituendo essi un reddito periodico, si farà uso di una delle precedenti tre formole, secondochè la stima avvenga al principio del 1.° anno di vita del ceduo, oppure in un anno intermedio di essa, ovvero alla fine dell'ultimo.

VI.

Saggio d'interesse per la capitalizzazione dei redditi boschivi.

§ 21. — Il saggio d'interesse a ritenersi per elevare a capitale i prodotti dei boschi, oltre le circostanze generali comuni a tutti i fondi rustici, come il sito, la esposizione ecc., dipende dalla probabilità maggiore o minore di essere il legname danneggiato o distrutto dagl'infortuni atmosferici e terrestri, come venti, nevi, bufere, incendio, insetti ecc. Epperò alle essenze più soggette e regolate a lunghi torni, si assegnerà un saggio d'interesse più alto. Benvero tale saggio potrebbe rimanere invariato se detti infortuni venissero calcolati direttamente nel prodotto lordo, mercè apposita detrazione, la quale in media potrebbe essere dell'8 % del prodotto medesimo salvo a crescerla o diminuirla a seconda delle circostanze locali.

(Continua).

Ing. CARLO SCALA.

IL MOTORE RAZIONALE TERMICO

DI DIESEL (1).

(Vedi tavola 27).

Tale motore presenta un reale progresso del motore termico perchè utilizza il calore meglio degli altri motori finora conosciuti e porta quindi a un risparmio di combustibile.

Prima di entrare nell'argomento ci sia concesso di dire qualche parola sulla odierna motrice a vapore. Attualmente essa trasforma in lavoro effettivo: il 12-13 per cento quando si tratti di grossi motori (sopra i 1000 cavalli) a triplice espansione; il 9 p. c. per le macchine di 150-200 HP a doppia espansione; il 5-6 p. c. per piccole macchine (di una cinquantina di cavalli e meno) con condensazione; il rendimento è ancora minore per le piccole macchine senza condensatore.

Nessuno ignora che il motore a vapore è una delle macchine più perfette della moderna industria, per questo tali rendimenti sono assai sconfortanti e quasi a primo colpo non si comprendono. Eppure le cause di tale rendimento disastroso sono note e i lavori di Zeuner e Schröter ne fanno prova.

Il fluido lavorante, il vapore, non riceve tutto il calore prodotto dal combustibile, c'è di mezzo il rendimento della caldaia il quale d'ordinario è il 0,75, raramente si sale a 0,80 e questo numero non lo si supera mai. Se noi indichiamo con η_1 questo numero il calore passato nel vapore sarà η_1 H se H è il potere calorifico del combustibile impiegato. E nemmeno tutto il calore η_1 H può essere trasformato in lavoro; col così detto ciclo perfetto di Carnot si trasformerebbe in lavoro solo una frazione η_2 di questo e la frazione η_2 è abbastanza piccola. Nessun motore a vapore però realizza il ciclo di Carnot, quindi entra in giuoco un nuovo rendimento che chiameremo η_3, dunque solo la quantità $\eta_1\ \eta_2\ \eta_3$ H si può trasformare in lavoro indicato, lavoro misurato sul diagramma. Volendo riferirci al lavoro effettivo sull'albero del motore dobbiamo tener conto del lavoro consumato dalla macchina in attriti, occorre cioè moltiplicare per un altro rendimento η_4 detto rendimento meccanico. Concludendo, solo la quantità $\eta_1 \eta_2 \eta_3 \eta_4 H = \eta H$ di calore viene effettivamente utilizzata.

(1) Vedi *Politecnico* Vol. XLV pag. 723.

Esaminiamo questi singoli rendimenti registrati nella tabella qui allegata. Tali dati si riferiscono a un motore a vapore di 700° HP della fabbrica di macchine di Augsburg (dati che concordano completamente con quelli dei motori a vapore della ditta Sulzer di Winterthur) e a un motore a vapore soprariscaldato di Schmidt con soprariscaldamento a 350° C. Per entrambi gli impianti il rendimento delle caldaie η_1 è 0,80 risultato che si ottiene solo con grosse caldaie, della miglior costruzione, non forzate e con una eccellente condotta di fuoco. Il rendimento teorico η_2 varia tra 0,30 e 0,33 secondo la pressione in caldaia e il grado di soprariscaldamento che si avevano, il rendimento η_3 è 0,59, il rendimento meccanico si trovò il 0,85 quindi concludendo, il rendimento totale è del 12-13 p. c.

Si vede anche che il soprariscaldamento spinto al limite massimo ammissibile di 350° C., porta un miglioramento appena sensibile e forse se la macchina di Augsburg avesse lavorato anch'essa a 13 atmosfere in caldaia si sarebbe raggiunto il rendimento 0,13.

E tale rendimento 0,13 si ritiene oggi come un limite che sarà difficile di sorpassare.

	Rendimento della caldaia η_1	Rendim. del ciclo perfetto η_2	Rendimento η_3	Prodotto dei due rendimenti $\eta_2\ \eta_3$	Rendimento meccanico η_4	Rendimento totale
Motore a tripla espansione della Maschinenfabrik Augsburg. Pressione assoluta in caldaia 11 atmosfere	0,8	0,30	0,593	0,178	0,85	0,121
Motore a vapore soprariscaldato, da 75 cavalli vapore. Pressione assoluta in caldaia 13 atmosfere. Soprariscaldamento di 350° C. .	0,8	0,328	0,592	0,194	0,85	0,1319

Infatti i rendimenti η_1 e η_4 sono già altissimi, si potranno crescere ma di ben poco, il rendimento η_3 non è buono e non regge al paragone col rendimento dei buoni motori idraulici. Col tempo forse esso migliorerà, ma si può fin d'ora prevedere che il miglioramento sarà insignificante a causa della grande facilità che il vapore ha di condensarsi per la sua grande sensibilità a contatto delle pareti metalliche anche quando è soprariscaldato. Il rendimento che non si potrà migliorare e che sarà sempre il male in-

sanabile del motore a vapore è quello indicato η_2 il quale giammai potrà superare il 0,30. E questo vuol dire che anche con una macchina ideale non si potrà mai utilizzare più del 30 per cento del calore speso.

Concludendo, i tre mali fondamentali del motore a vapore sono:

1) L'impiego del vapore d'acqua, la cui produzione porta già con sè la perdita del 20 a 30 per cento.

2) Il rendimento molto basso del ciclo teorico;

3) La grande sensibilità del vapore a contatto delle pareti metalliche dei tubi e del cilindro.

Nessuna meraviglia dunque se oggi si fanno ovunque grandi sforzi per cercare di migliorare l'utilizzazione del combustibile. E tale problema giustamente si può ritenere il più importante della tecnica moderna.

Il Diesel si occupava da 15 anni di tale questione. In primo luogo cercò di impiegare un vapore che nelle condizioni normali fosse lontano dal suo punto di condensazione, egli usò a tale scopo il vapore di ammoniaca, il quale venne anche fortemente soprariscaldato per migliorare anche per quanto era possibile anche il rendimento del ciclo perfetto.

Venne anche costrutto un motore ad ammoniaca. Il Diesel pensò anche di utilizzare l'aria come fluido operante ma sempre il fluido era tenuto chiuso in un recipiente e il calore era ad esso portato dal di fuori e poi sottratto con un mezzo refrigerante.

Solo più tardi il Diesel pensò di usare l'aria non solo come mezzo lavorante ma anche nello stesso tempo come mezzo chimico impiegandola come comburente. E conviene notare che il concetto della combustione nel cilindro stesso del motore non è nuovo, esso è realizzato dagli ordinari motori a gas, ma il Diesel opera in condizioni le quali permettono una migliore utilizzazione del combustibile.

Occorre quì fare una digressione necessaria per l'intelligenza dei principî sui quali il motore Diesel riposa.

In ogni processo di combustione occorre distinguere due temperature, quella di accensione del combustibile e quella di combustione.

La prima, quella di accensione, è la temperatura alla quale occorre portare il combustibile perchè esso si accenda spontaneamente all'aria, l'altra, quella di combustione, è quella temperatura che si raggiunge dopo avvenuta l'accensione in seguito alla combinazione chimica dell'ossigeno col combustibile.

Un esempio un po' banale ma che cade a proposito, è quello di un ordinario solfanello, la temperatura di accensione è quella che si ottiene collo sfregamento della capocchia contro una superficie ruvida, la quale temperatura è di poco superiore a quella dell'aria circostante, avvenuta l'accensione si avvia la combustione e questa dà origine a un forte innalzamento di temperatura la quale arriva fino a 600°-800° e va anche più in là.

La temperatura di accensione è un valore costante che dipende solo dalle proprietà fisiche del combustibile, essa per la maggior parte dei combustibili è molto bassa e si abbassa ancora se si aumenta la pressione a cui si opera

l'accensione. La temperatura di combustione al contrario è un valore variabile che dipende da molte circostanze e in particolare dalla quantità di aria che arriva sul combustibile.

In tutti i motori noti, a combustione nel cilindro, si produce la temperatura di combustione dopo avvenuta l'accensione del combustibile per mezzo della combustione stessa e durante la medesima.

Ora il Diesel pensa che in un motore razionale una condizione fondamentale è che la temperatura di combustione sia prodotta non dalla combustione stessa, e durante questa, ma indipendentemente dalla medesima, prima dell'accensione e solo mediante la compressione dell'aria pura.

Come seconda condizione di un motore razionale il Diesel pone quella di scostarsi dal ciclo perfetto di Carnot comprimendo prima l'aria secondo una curva isotermica fino a 3-4 atmosfere continuando poi la compressione secondo una curva adiabatica sino a 30-40 atmosfere.

In questo modo si realizza la prima condizione, cioè la produzione della temperatura di combustione mediante la sola compressione dell' aria con delle pressioni le quali sono da due a quattro volte minori di quelle che sarebbero richieste dal processo perfetto.

Invero il ciclo di Carnot richiederebbe una compressione di 100-200 atmosfere mentre col processo Diesel si raggiunge l' intento con sole 30-40-50 atmosfere di pressione. E questo scostamento dal ciclo perfetto permette la sua realizzazione

Altra condizione che il Diesel mette per un motore razionale è che il combustibile venga introdotto gradatamente nella massa d' aria compressa in modo che il calore prodotto dalla combustione venga assorbito dall'espansione, si ha cioè un raffreddamento meccanico dei gaz, cosicchè il periodo di combustione scorre più o meno isotermico.

È chiaro che a questo scopo il combustibile debba essere in forma di gaz oppure di fluido, oppure in polvere.

Ciò equivale a dire che durante la combustione non si dovrebbe verificare alcun aumento di temperatura, tutt' al più questo aumento dovrebbe essere minimo, ciò che pare assurdo se si guarda a quello fatto sin qui nei motori.

Fino a oggi si era sempre ammesso che la combustione dovesse effettuarsi col concorso della quantità d' aria minima, al contrario il Diesel esige pel suo motore un grande eccesso d' aria, eccesso che peraltro è determinabile teoricamente in ogni singolo caso.

Il diagramma segnato a fig. 1 (tav. 27) mostra come si svolge il processo nel nuovo motore. L'aria pura viene fortemente compressa secondo la curva 1-2 in modo da raggiungere la temperatura di combustione.

L' introduzione della sostanza combustibile vien effettuata durante la fase segnata 2-3 nel diagramma. L'espansione si effettua secondo la curva 3-4 il più possibile isotermica. In pratica è certo che non si realizzerà un tale diagramma con angoli così acuti, tutto si arrotonderà e la curva di combustione si allontanerà dalla isoterma senza che per questo si alteri l'essenza del ciclo.

E si vede chiaramente dalla figura come gli arrotondamenti delle punte del diagramma sieno vantaggiose perchè gli arrotondamenti sottraggono al diagramma una superficie piccola e quindi un lavoro minimo mentre essi rendono meno forte la compressione e più piccola la lunghezza del cilindro.

Dunque il diagramma reale è quello tratteggiato più in chiaro.

Il diagramma mostra nello stesso tempo come si possa regolare il lavoro della macchina modificando la curva di combustione come è indicato in 3' e 3'', modificazione che si ottiene variando la durata dell' ammissione del combustibile.

Il diagramma mostra anche come si può variare l'altezza del diagramma e quindi anche la superficie cominciando l' adduzione del combustibile in punti diversi della curva di compressione.

Un motore che realizzi tutte le condizioni sopra esposte è rappresentato molto schematicamente dalla fig. 2 (tav. 27) Volano, biella e incastellatura non sono nemmeno disegnati.

I due cilindri C con stantuffo tuffante P sono quelli nei quali avviene la combustione. Essi comunicano mediante le valvole *b* con un grande cilindro mediano B e per mezzo delle valvole *a* col recipiente d' aria compressa L Le manovelle dei due stantuffi tuffanti P sono disposte allo stesso modo mentre la manovella dello stantuffo Q è a 180° da queste.

Il modo di funzionare è il seguente.

Lo stantuffo Q salendo aspira l' aria atmosferica per mezzo della valvola *d* e nella corsa di discesa comprime quest'aria e la manda per mezzo della valvola *e* al recipiente L. Dunque la parte inferiore del cilindro mediano serve unicamente come pompa d' aria. E tale compressione non va troppo spinta perchè si vuol avere un riscaldamento moderato dell'aria.

Gli stantuffi P aspirano discendendo, l'aria dal serbatoio L e nella salita continuano la compressione dell' aria sino a portarla al limite di cui parlammo prima. Le due posizioni finali di tali stantuffi sono segnate in punteggiato e con le cifre 1 e 2.

Quando lo stantuffo P è arrivato in 2 comincia la corsa di discesa e durante la corsa 2-3 si effettua l'ammissione della sostanza combustibile che nel nostro caso è polvere di carbone contenuta nella tramoggia C, la quale viene ammessa nel cilindro per un certo tempo determinato mediante il robinetto rotante segnato in figura, (tav. 27).

Nella posizione 3 dello stantuffo tuffante cessa l' ammissione del combustibile e l'aria si espande ulteriormente. Quando lo stantuffo P è arrivato nella posizione più bassa 1 si apre la valvola *b* e in questo momento lo stantuffo Q si trova in alto.

Mentre P sale, Q discende, i prodotti della combustione si espandono ancora fino ad accupare tutto il volume del cilindro B, quando P è salito e Q è disceso, la valvola *b* si chiude e si apre *f* in modo che Q salendo scaccia i prodotti della combustione attraverso *f* che comunica coll'atmosfera.

Si vede dunque che se nella macchina vi fosse un solo cilindro C l'accensione avverrebbe solo ogni due giri, per ovviare a questo si ricorse a

due cilindri G in modo di avere per ogni giro una fase di combustione, o in uno o nell'altro.

Esaminiamo i rendimenti di questo motore come facemmo per la macchina a vapore: il rendimento η_1 qui è uguale all' unità perchè abbiamo soppresso la caldaia.

Il rendimento teorico del ciclo perfetto, qui sale al 50 e anche al 70 % come si constatò, quindi in media si ha un rendimento doppio di quello della macchina a vapore. Anche il rendimento η_3 deve essere considerevolmente più alto di quello del motore a vapore perchè quì non si hanno gas condensabili a contatto delle pareti metalliche. Il rendimento η_4 al contrario qui è più piccolo a cagione della forte compressione necessaria e la critica attacca il motore Diesel da questo lato energicamente pretendendo che davanti a tale basso rendimento meccanico cadono tutti i vantaggi ottenuti rialzando gli altri in modo che il rendimento totale doveva essere minimo come in tutti gli altri motori tentati sino a oggi.

D'altra parte i vantaggi teorici erano così importanti che valeva la pena di tentare di realizzare un tale motore, ciò che fece il Diesel malgrado le profezie della critica.

E il motore che ne venne fuori è quello che rappresentiamo a fig. 3 tavola 27 il quale possiede un solo cilindro di combustione sul quale si doveva studiare la fase di combustione e le particolarità costruttive.

Si stabilì di sperimentare prima con liquidi combustibili poi con gas e infine con combustibili polverulenti.

Occorre osservare che quantunque la trasformazione in gas del carbone sia facile come la sua macinazione, l' impiego della polvere di carbone quantunque sia seducente nella pratica, offre più danni che vantaggi.

Il motore rappresentato a fig. 3 tav. 27 consta di un unico cilindro C di combustione con stantuffo tuffante P, costruito in modo da resistere alle forti pressioni che sono in giuoco. Lo stantuffo mette in moto, per mezzo della guida K e della biella *b* e manovella, l'albero *d* del volano. L'albero *g* mosso dall'albero *d* per mezzo di una coppia di ingranaggi conici, va a comandare l'albero orizzontale di distribuzione W il quale porta degli eccentrici, che comandano nel momento giusto la valvola d'aria V e la valvola di ammissione del petrolio D.

Le valvole sono tenute chiuse da molle. Il movimento del motore si compie in quattro fasi:

1) discesa dello stantuffo P per mezzo della forza viva immagazzinata nel volano. In questa fase la valvola V è aperta e lo stantuffo P nella sua discesa sino alla posizione 1, aspira aria;

2) salita dello stantuffo P sempre dovuta alla forza viva del volano. La valvola V è chiusa, l'aria aspirata nella fase precedente vien fortemente compressa, lo stantuffo in fine di corsa occupa la posizione 2, il riscaldamento dell'aria così compressa è tale da produrre la temperatura di combustione;

3) seconda discesa della stantuffo P, questa è la vera fase di lavoro motore. Mentre lo stantuffo passa dalla posizione 2 alla 3 viene ammesso

il combustibile che in questo caso è del petrolio cacciato nel cilindro per mezzo della pompa A. La durata dell'ammissione si può variare a seconda del lavoro richiesto per mezzo delle sporgenze dell'eccentrico N N_1 N_2.

Nella porzione di corsa 3-1 avviene l'espansione dei prodotti della combustione.

4) seconda ascesa dello stantuffo P in virtù della forza viva del volano. In questa corsa viene espulsa la massa gassosa attraverso la valvola V oppure attraverso una valvola speciale di scarico che manda i gas in un tubo di scappamento.

A questo punto si comincia un nuovo ciclo simile al precedente.

La messa in moto di simile motore si fa mediante la valvola di avviamento O la quale ammette nel motore dell'aria compressa che trovasi in un recipiente apposito, aria che fu compressa dal motore stesso durante le corse precedenti.

Occorre notare che questa macchina non era provvista di inviluppo di acqua refrigerante, e che funzionava bene lo stesso, ciò è una dimostrazione pratica della non necessità del refrigerante, asserzione già stata prima dimostrata teoricamente.

Più tardi però venne aggiunta la circolazione d'acqua e questo sembra in aperta contraddizione con quello che si è detto prima, si dovette ritornare all'inviluppo refrigerante per ragioni pratiche. E secondo il Diesel questo inviluppo non si deve considerare come un inconveniente ma come una necessità indicata dalla teoria come il condensatore delle macchine a vapore.

Dopo la prima prova se ne fece una seconda, i motori costruiti si moltiplicarono e l'ultima creazione fu un motore di 20 cavalli costrutto in principio del 1897 sul quale si fecero numerose esperienze.

Le fig. 4, 5 e 6 della tav. 27 mostrano il nuovo motore, verticale come il primo col cilindro in alto e l'albero motore in basso. I cilindri sono provvisti di inviluppo d'acqua, lo stantuffo tuffante della vecchia macchina è stato sostituito con uno ad anelli P. Il suo stelo porta la testa a croce *k* ove si attacca la biella *b* che comanda il bottone di manovella C e quindi l'albero *d*.

La piccola pompa d'aria Q è una novità, essa viene mossa da una biella articolata al bilancere *x* che alla sua volta è comandato dalla biella *b* per mezzo del tirante *z*. Questa piccola pompa comprime l'aria nel recipiente L il quale è provvisto di valvola di presa *t* e di manometro M.

Nel recipiente L l'aria viene compressa di più che non nel cilindro motore. Dal tubo S che fa comunicare la pompa col recipiente L, si stacca una diramazione che porta l'aria compressa alla valvola *y*. Un altro tubo curvato fa comunicare la camera della valvola *y* con quella di un altra valvola *n* nella quale viene pure ammesso il combustibile (petrolio). Nel coperchio si hanno due altre valvole V_1 e V_2 le quali si aprono dall'esterno verso l'interno e sono tenute in posto da molle e dalla pressione interna del cilindro. La valvola V_1 serve per l'aspirazione dell'aria, la V_2 per lo

scarico dei prodotti della combustione. La valvola *n* serve all'ammissione del petrolio, la valvola *y* serve per l'avviamento del motore.

La lubrificazione del cilindro è fatta per mezzo dell' anello circolare T mantenuto pieno d'olio nel quale va a pescare l'anello R dello stantuffo.

La distribuzione è comandata dall'albero *g* mosso dalla coppia dentata conica *r*. L'albero *g* alla sua volta comanda con ruote dentate l' albero orizzontale W di distribuzione. L'albero W fa la metà giri dell'albero motore. Gli organi distributori sono gli eccentrici I, III e V i quali comandano la valvola di introduzione dell'aria, la valvola di introduzione del petrolio e la valvola di scarico.

Nel periodo di avviamento l'aria compressa del serbatoio L entra nel cilindro attraverso la valvola *y*, muove lo stantuffo e si scarica poi quando lo stantuffo sale attraverso la valvola V_2. Durante questo breve periodo la leva H fig. 5 tav. 27 si trova nella posizione punteggiata H_1 in modo che la valvola *y* è comandata dall' eccentrico II e la valvola V_2 vien comandata dall' eccentrico IV, mentre in via normale è comandata dal disco V. Gli eccentrici III e I che dovrebbero comandare la valvola del petrolio e la valvola di entrata dell' aria lavorano a vuoto. Dopo un piccolo numero di giri la macchina raggiunge la velocità normale allora si toglie il piuolo *d* il quale tiene la leva H nella posizione H_1, la molla F spinge la leva H nella posizione H ciò che ristabilisce il regime di distribuzione normale.

I risultati delle esperienze fatte sul motore Diesel si possono riassumere come segue:

Il rendimento che chiamammo η_1 della caldaia per le altre macchine termiche, il quale si aggira intorno a 0,80, nel nuovo motore si riduce alla unità.

Il rendimenio che chiamammo η_2 che per le macchine a vapore (anche per quelle a vapore soprariscaldato) raggiunge il 0,30-0,328 nel motore Diesel, è 0,50 per i piccoli motori a un cilindro e 0,70 per i motori di costruzione accurata. In poche parole questo valore è uguale al doppio di quello delle macchine a vapore. Si noti anche che tale rendimento nei motori a gas con esplosione, secondo Clerk varia da 0,33 a 0,43.

Il calore che veramente si può trasformare in lavoro indicato varia tra il 0,34 e il 0,40 col motore Diesel, dunque il rendimento che chiamammo η_3 si può ritenere 0,70-0,80 più alto di quello del motore a vapore e anche di quello del motore a gas ordinario ad esplosione.

Il rendimento organico della nuova macchina è 0,71-0,75 quindi esso è più basso di quello dei motori a gas soliti e dei motori a vapore ma nulla ci dice ch'esso non possa crescere come avvenne nella macchina a vapore.

Il rendimento totale è:

$$\eta = \eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3 \times \eta_4 = 1 \times 0,50 \times 0,72 \times 74 = 0,266$$

ciò vuol dire che il 26,6 % del calore è trasformato in lavoro effettivo. E

la macchina a vapore trasforma solo l' 11-13 %. Dunque il motore Diesel ha un rendimento doppio.

Le esperienze fatte sul motore Diesel mostrano ancora: che il consumo per cavallo-ora è quasi costante qualunque sia il carico, tale effetto è dovuto al rendimento termico alto quando il motore è a piccolo carico; che tale motore ha un'altra buona qualità che non si deve dimenticare; la piccolezza delle sue dimensioni. Gli altri motori a petrolio hanno a pari potenza dei diametri di cilindro del 50-60 e fino del 100 per cento maggiori. La spiegazione di questo fatto si ha quando si confrontino i diagrammi di un motore a petrolio ordinario e di un motore Diesel a pari diametro di cilindro. Quest'ultimo mostra un'area maggiore, quindi ha in corrispondenza un'ordinata media maggiore e dimensioni minori della macchina.

Nella macchina a vapore il regolatore comanda il così detto riempimento cioè il periodo di ammissione del vapore, quì non meno comodamente si regola il motore variando il periodo di ammissione del combustibile.

Il motore si avvia da se e in questo differisce dagli ordinari motori a gas e a petrolio e somiglia al motore a vapore, solo c'è il vantaggio che non si deve aspettare che la caldaia sia in pressione.

Si constatò anche la mancanza di imbrattamenti nel cilindro dovuti a combustione imperfetta e che i gas di scappamento sono, quando il motore non è forzato, incolori e quasi inodori. Tutto ciò prova che la combustione avviene perfettamente.

Ultimi vantaggi, piccoli, ma pur sempre vantaggi, sono: l'assenza di apparato di accensione o elettrico, o a incandescenza, o a fiamma, l'assenza di polverizzatore, di vaporizzatore, di mescolatore, ecc. e la costruzione semplice.

Per ultimo diremo che il consumo di petrolio per cavallo-ora è minimo e si riduce per un motore che lavora in condizioni ordinarie (non forzato però) a 250 grammi.

E occorre fissare bene le idee sul fatto che il consumo di combustibile è sempre quello, tanto per motori grossi, come per motori piccoli, ciò che permettere di risolvere il problema della divisione della forza negli stabilimenti senza legarsi ad alberi o a cigne che richiedono orientamenti opportuni degli edifici.

Abbiamo parlato di consumo di petrolio ma non si creda che il motore non possa funzionare con altri combustibili. Già le esperienze del Diesel furono fatte impiegando come combustibile benzina, petrolio, gas illuminante vapori di liquidi combustibili e miscugli di gas e liquidi.

Si tende all' impiego diretto del carbone e la Maschinenfabrik di Augsburg sta facendo esperienze a questo scopo e costruisce un motore da 150 cavalli vapore che funzionerà col gas povero fornito da un gasogeno. E vero che i gasogeni hanno un rendimento di 0,80 pari a quello delle caldaie, ma il loro esercizio è più semplice. Poi col tempo il rendimento potrà salire.

Aggiungeremo anche che gli ultimi miglioramenti portati al motore Diesel portarono a un consumo di gr. 215 di petrolio per HP ora, ciò che significa che si superò il rendimento del 30 per cento.

Daremo ora i risultati ottenuti dal prof. M. Schröter, il quale fece degli esperimenti sul primo motore costrutto dalla Maschinenfabrik di Augsburg.

Le costanti di tale motore erano:

	Diametro dello stantuffo in millimetri	Corsa in millimetri	Volumi generati in una corsa in litri
Cilindro motore . . .	250,35	398,5	19,62
Pompa d'aria	70,0	200	0,769

Si tracciarono diagrammi col motore a pieno carico e a metà carico per mezzo di indicatori tarati con cure speciali richieste dai piccoli diametri degli stantuffini e dalle alte pressioni in giuoco.

I risultati sono racchiusi nel seguente prospetto:

		A PIENO CARICO		A METÀ CARICO	
Numero dell'esperienza		1	2	3	4
Numero medio dei giri per minuto . . .		171,8	154,2	154,1	158,0
Cilindro motore	pressione media in Kg. per cm. q.	7,44	7,38	5,28	5,15
	Lavoro indicato in HP.	27,85	24,77	17,71	17,72
Pompa d'aria .	pressione media in Kg. per cm. q.	4,38	4,45	4,32	4,43
	lavoro indicato in HP	— 1,29	— 1,17	— 1,14	— 1,20
Lavoro indicato totale		26,56	23,60	16,57	16,52

Dai diagrammi che servirono al calcolo del lavoro indicato si ottennero i seguenti valori:

	Lavoro positivo (espansione) HP		Lavoro negativo (compressione) HP		Rapporto tra il lavoro positivo e quello negativo Val. medi
Esperienze	1	2	1	2	
Pieno carico	46,6	41,5	20,2	17,9	0,43
Metà carico	media delle esperienze 3 e 4: 34,8		media delle esperienze 3-4: 18,3		0,52

Il lavoro effettivo si misurò con un freno **Brauer** montato sul volano, a peso che agiva sulla leva per mezzo di fune e puleggia. Il braccio di leva era di 1274 millim., il peso del piatto della bilancia e della fune Kg. 10.

I risultati sono:

	Pieno carico		Metà carico	
Ricerca N.	1	2	3	4
Giri al minuto (media) . . .	171,8	154,2	154,1	158,0
Carico totale del freno in Kg.	65	65	35	35
Lavoro effettivo HP	19,87	17,82	9,58	9,84
Lavoro indicato HP	26,56	23,60	16,57	16,52
Rendimento $\frac{HP_e}{HP_i}$	0,748	0,755	0,578	0,596

Il consumo di petrolio risultò:

	Pieno carico		Metà carico		a vuoto
Ricerca N	1	2	3	4	5
Durata dell'esperienza minuti . .	60	60	60	60	31
Peso del recipiente che contiene il petrolio prima dell'esper.ª Kg.	20,00	15,08	20,00	17,34	14,62
Dopo l'esperienza in Kg. . . .	15,08	10,84	17,34	14,62	12,64
Consumo di petrolio all'ora Kg.	4,92	4,24	2,66	2,72	1,88
Lavoro effettivo HP	19,87	17,82	9,58	9,84	—
Consumo di petrolio per HP effettivo ora	0,247	0,238	0,278	0,276	—
Per HP indicato ora	0,185	0,180	0,171	0,165	—

Il petrolio veniva pesato con molta cura nel suo recipiente prima e dopo l'esperienza con una bilancia controllata.

Occorre notare ancora che malgrado le attuali piccole dimensioni del motore, il consumo di petrolio è molto piccolo e che esso varia molto poco (15 per cento) quando il carico si riduce alla metà.

Tale piccolo consumo non fu mai raggiunto da nessun altro motore a petrolio.

Le temperature furono misurate con termometri provati nel Physikalisch-Technischen-Reichsanstalt.

I valori medi trovati sono:

Ricerca N.º	1	2	3	4
Temperatura all'entrata dell'acqua refrigerante in gradi centigradi	9,83	9,62	9,1	9,35
Temperatura della stessa all'uscita	24,26	20,28	18,26	21,49
Riscaldamento in gradi	14,43	11,66	9,16	12,14
Temperatura dei gas di scappamento	404	378	260	260
Pressione media nel serbatoio in Kg. per centimetro quadrato	41,0	42,7	39,6	39,5
Calorie trasmesse all'ora all'acqua refrigerante	19580	17450	12250	12030

Durante gli esperimenti si determinò parecchie volte la densità del petrolio impiegato che si ridusse alla temperatura normale di 12° colla tabella di Veith. Si determinò il peso specifico di campioni tratti e dal barile e dal recipiente annesso al motore e si trovò in media il peso specifico 0,7955 a 12° centigradi. In una esperienza si riscontrò una piccola differenza in un campione del barile (0,7965) la quale è dovuta a un cambiamento di areometro.

La composizione media del petrolio risultò all'analisi chimica del 85,13 per cento di C, del 14,21 per cento di H e del 0,66 per cento di O.

Alla distillazione frazionata nell'apparato di Engler si ottenne, con 100 centimetri cubi di petrolio:

a 100°	comincia l'ebollizione	
fino a 150°	distillano	15,0 cm.³
da 150 a 175	»	8,8
175 a 200	»	10,2
200 a 225	»	9,0
225 a 250	»	10,0
250 a 275	»	10,2
275 a 300	»	11,8
sopra 300	»	25,0
		100,0

Dal forte per cento di oli ad alto punto di ebollizione si deduce trattarsi di petrolio americano.

Il potere calorifico si determinò col calorimetro di Junker e si confermarono i risultati col metodo di Mahler. Col primo metodo si ottenne 10134,2

col secondo 10277,9 per Kg. di petrolio. Si adottò a base dei calcoli seguenti la media di questi due valori:

$$\frac{10\,277,9 + 10\,134,2}{2} = 10\,206 \text{ calorie.}$$

Il bilancio termico del motore è dato dal seguente prospetto:

	PIENO CARICO				METÀ CARICO			
Esperienze	1		2		3		4	
	Valore assol.°	%	Valore assol.°	%	Valore assol.°	%	Valore assol.°	%
Calorie disponibili . .	50213	100	43273	100	27148	100	27760	100
Equivalente del lavoro indicato	16913	33,7	15028	34,7	10552	38,9	10520	37,9
Portate via dall'acqua refrigerante . . .	19580	39,0	17450	40,3	12250	45,1	12030	43,3
Residuo	13720	27,3	10795	25,0	5346	16,0	5210	18,8
Equivalente del lavoro lavoro effettivo . .	12653	25,2	11348	26,2	6100	22,5	6266	22,6

E facendo la media dei per cento delle varie esperienze risulta:

	a pieno carico	a metà carico
calorie trasformate in lavoro indicato	34,2	38,5
» » in lavoro effettivo	25,7	22,4

Questi valori mettono in prima linea il motore Diesel rispetto a tutti gli altri motori termici per li suo alto rendimento che raggiunge il 34,2 p. cento a pieno carico e il 38,3 per cento a metà carico.

Le ricerche interessanti dello Schröter non si arrestarono quì. Egli analizzò anche i gas di scarico e trovò la composizione seguente: (valori medi di 5 ricerche a pieno carico e di 4 a metà carico):

	CO_2	O	CO	Az
pieno carico	9,26	4,70	0,20	85,14
metà carico	5,95	11,75	0	82,30

Si vede che la quantità di G O è piccola anche a pieno carico, a metà carico i gas di scarico sono invisibili, a pieno carico danno una leggera nebbia. Come era da aspettarselo data la costruzione della macchina, l'ec-

cesso d'aria è maggiore quando il motore lavora a metà carico di quando lavora a pieno carico.

Teoricamente la minima quantità d'aria per la combustione perfetta di un chilogrammo del petrolio che si usava è Kg. 14,7839. In realtà si deve dare più aria e se si indica con 1 la quantità teoricamente necessaria, occorre darne al motore 1,26 a pieno carico e 2,16 a metà carico.

Essendo nota la quantità d'aria introdotta per la combustione di un chilogrammo di petrolio, si può calcolare il peso dei prodotti della combustione ed essendo nota la loro temperatura e il loro calore specifico si può determinare il calore che portano via, e vedere se esso coincide col calore non utilizzato del bilancio termico. Il prof. Schröter fece questi calcoli e salvo piccole differenze percentuali trovò la corrispondenza.

Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure.

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

Una nuova acciaieria Siemens-Martin in America (Vedi Tav. 28). — La *Cargenie Steel C.º* la quale è senza dubbio la società più importante per l'industria del ferro aveva già due impianti Siemens-Martin a Homestead ora ne fece un terzo per la lavorazione esclusiva dell'acciaio col processo basico nel forno a riverbero per produrre la materia prima necessaria a' suoi laminatoi.

L'impianto consta attualmente di 10 forni da 45 tonnellate ciascuno, però a impianto completo sarà composto di 20 forni. Essi sono disposti su due file di 5 forni ognuna sotto un'unica tettoia. Davanti a ogni fila di forni esistono due gru a ponte della portata una di 40 tonn. e l'altra di 15 tonnellate. La luce della campata è di m. 17, 2.

La gru da 40 tonn. servirà pel servizio del metallo fuso per un mescolatore di ferro non ancora costrutto, quella da 15 tonn. servì per l'impianto e ora serve per le riparazioni.

Le fondazioni dei forni, i quali sono in vicinanza del fiume Monogahela offrì qualche difficoltà. Essi riposano su uno strato di beton il cui minimo spessore è di metri 0, 60 ma che in parecchi punti raggiunge anche lo spessore di m. 2,00.

La sottostruttura dei forni è tutta di muratura di mattoni. Le camere ricuperatrici sono poste davanti e si distinguono per le loro dimensioni grandi, esse sono destinate ai gassogeni quantunque attualmente i forni sieno riscaldati con gas naturale.

Il sotterraneo è alto m. 3, 5 e offre un comodo passaggio alle camere ricuperatrici quando si debbano riparare e serve anche come magazzeno pel materiale di riserva.

I camini dei forni sono alti m. 43, 9 ed hanno al piede il diametro di m. 1, 36. La condotta del gas dei generatori è larga m. 3, 35 ed alta lo stesso e si divide in due rami, di 2, 13 per 2, 59 di sezione, uno per ogni gruppo di forni.

I forni vengono come già dicemmo scaldati con gas naturale.

La suola del forno è di m. 8, 53 per 3, 17 ed è fatta con mattoni refrattari bianchi ricoperti con minerali di cromo e magnesite.

Sopra questo strato di cromo e magnesite vien steso un altro strato di magnesite. Il forno ha tre apertnre di lavoro e un'apertura per le riparazioni. Tutte le aperture sono raffreddate con dell'acqua circolante e la manovra delle porte è fatta con acqua in pressione fornita da un impianto apposito.

Le caldaie di colata disposte davanti ai forni hanno il diametro di m. 2, 80 e la profondità di m. 2, 2. Per il loro trasporto sono disposte per ogni fila di forni due gru elettriche a ponte di 75 tonn. A impianto completo le gru saranno 3 per ogni fila di forni

La trave maestra della gru ha una luce di m. 11, 48, la velocità di sollevamento del carico è di m. 3, 66 al minuto. Sulla flangia inferiore del trave della gru

scorre un secondo meccanismo di sollevamento di riserva che **può sollevare** 35 tonn , cosichè unendo gli sforzi delle due gru si può sollevare un carico di 100 tonn. Tale seconda gru vien utilizzata anche per separare la scoria dall'acciaio fuso. A tale scopo mentre la gru principale tien sospeso il recipiente pieno la gru minore fa sentire la sua azione su un gancio unito al fondo del recipiente e fa traboccare la scoria che cade in un vagonetto speciale.

L'acciaio vien colato in vagoni speciali che corrono su rotaie disposte su tutta la lunghezza della tettoia. Nel mezzo della *halle* ci sono due piattaforme di colata disposte in modo che si può colare da entrambi i lati.

A colata finita i recipienti vanno in un riparto speciale ove vengono puliti e rivestiti di nuovo di materiale refrattario

La carica dei forni si fa con un apparato Wellmann scorrente su rotaie lungo la fila dei forni, tale apparato può caricare 2 tonn. al minuto.

Lateralmente alle due file di forni esistono due campate di deposito percorse da tre binari a scartamento normale e da due binari a scartamento ridotto. Tali campate sono anche servite da gru a ponte scorrevole di 5 tonn. della luce di m. 17, 75.

L'impianto è completato da un edificio per i mescolatori del ferro nel quale sono pure impiautati dei forni a calcinare, delle molazze, dei rompi pietre ecc.

L'edificio delle caldaie contiene due caldaie Cahall per 250 HP ognuna, con caricamento di combustibile automatico e tiraggio artificiale ottenuto con ventilatore. Per l'alimentazione delle caldaie si utilizza l'acqua che circola intorno alle porte dei forni per raffreddarle.

L'impianto idraulico si compone di due pompe doppie e di un accumulatore.

Tutti gli edifici furono costrutti con una rapidità straordinaria e per farsene un'idea basti il dire che il giorno 10 Settembre del 1897 si principiò il lavoro di costruzione e l'8 Aprile dell'anno corrente si colò il primo getto.

Col nuovo impiamto la Cargenie Steel C, può produrre 75 000 tonn. di lingotti di acciaio Siemens Martin al mese.

Essa inoltre può fornire altre 25 000 tonn. per mezzo dell'impianto Bessemer di Homestead altre 60 000 tonn. colle officine Edgar Thompson la quale pure fornisce lingotti Bessemer e finalmente altre 50 000 tonn. coll'officina di Duquesne.

In tutto dunque la Cargenie Steel C. può produrre in un mese la meravigliosa quantità di 210 000 tonn. di acciaio.

L'industria ed il consumo dei concimi artificiali in Italia ed all'Estero. *Cont. vedi pag. 396.* — Per conoscere lo stato delle cose nel nostro paese abbiamo dovuto fare diverse indagini speciali, e queste ci hanno portato a rilevare che le statistiche estere non sono ben informate a riguardo nostro, e che se è vero che vi ha ancora del cammino da fare nel nostro paese, circa la produzione e l'impiego dei concimi chimici, giustizia vuole si ammetta che in questi ultimi anni abbiamo progredito rapidissimamente. Così che il confronto con altri paesi non è così sconfortante come farebbero credere le statistiche estere.

Riguardo alla produzione dei perfosfati, si rileva intanto dall'elenco che segue che abbiamo in Italia attorno a 50 fabbriche di concimi artificiali, tra grandi, piccole e medie, delle quali 20 in Lombardia, 11 in Piemonte, 8 nel Veneto, 3 in Liguria, 7 nell'Emilia, 7 in Toscana, una nel Lazio, una a Napoli. Di queste, 15 hanno fabbrica propria di acido solforico. Parecchi di questi stabilimenti sono

impiantati e condotti in modo veramente razionale, così da fare onore all'industria del nostro paese.

Lo sviluppo dell'industria dei perfosfati da noi ha indotto un aumento notevole nella fabbricazione dell'acido solforico. Nel 1879 la fabbricazione dell'acido solforico in Italia produceva 100 000 quintali di acido per un valore di L. 1 148 300. Nel 1880 fu di 128 700. Attualmente si hanno 26 fabbriche con una cubatura complessiva di 110 mila mc., di camere di piombo ed una produzione di circa 500 000 quintali.

La produzione totale di queste fabbriche si può stimare con sufficiente approssimazione a 1 600 000 quintali di perfosfato, sia d'ossa, sia minerali, rappresentanti un valore di circa 15 milioni di lire.

Si aggiunga poi che s'introduce una quantità rilevante di perfosfati dall'estero, quantità che si può stimare approssimativamente a 400 mila quintali, equivalenti presso a poco a 2 milioni di lire.

Riguardo al nitrato sodico, abbiamo in Italia l'introduzione di 128 000 quintali, destinati per massima parte all'uso diretto in agricoltura.

Di solfato ammonico si consumano all'incirca 26 mila quintali, per una metà circa di produzione interna e per l'altra metà importati dall'estero.

Il consumo delle scorie in Italia pel 1895 è stimato in 300 mila quintali.

Il consumo di cloruro potassico in 20 000 quintali circa.

Complessivamente in perfosfati, nitrato sodico, solfato ammonico, scorie, sali potassici.

Un consumo di perfosfati (per 15, produzione interna)	per circa	L.	17 000 000
Un consumo di nitrato sodico	»	»	1 280 000
» solfato ammonico	»	»	750 000
» preparazione con azoto organico . .	»	»	500 000
» scorie	»	»	1 500 000
» sali potassici	»	»	450 000
	Sommano	L.	21 430 000

Cioè un movimento annuale di oltre 20 milioni di lire per produzione e consumo di concimi artificiali.

Se poi si considera che questo notevole movimento si esplica principalmente nell'alta Italia, si comprende che mentre confrontando l'Italia nel suo insieme coi paesi più progrediti del nostro, essa occupa un posto basso, le regioni dell'Italia superiore reggono egregiamente al paragone coi paesi maggiormente progrediti.

Tutto questo grande progresso ha arrecato un numero straordinario di transazioni di materie fertilizzanti. In questo commercio abbiamo assistito ad un continuo raffinamento. Si è incominciato colle transazioni alla cieca, con valutazione a quintale senza tener conto del valore intrinseco della merce; poi si è trattato in base al tenore in principi fertilizzanti in seguito si è tenuto conto dello stato di combinazione dei principi fertilizzanti medesimi. Così che oggi si contrattano i concimi in base a titolo in acido fosforico solubile nell'acqua, e in acido fosforico solubile nel citrato; i concimi azotati si valutano in base a titolo in azoto, ma diversamente a seconda che l'azoto è sotto forma nitrica o ammoniacale od organica, e si fa anche una sottodistinzione per l'azoto che è sotto forma delle varie materie organiche.

È naturale però che quegli inconvenienti, quelle controversie che si verificano

in tutte le transazioni, si dovevano incontrare anche nel commercio delle materie fertilizzanti Anzi nel commercio di queste in misura maggiore che in quello di altre merci, perchè il giudizio dei concimi non è facile e spiccio come quello di tante altre materie, non potendo esser dato che dall'analisi chimica.

Ma anche coll'analisi chimica le controversie sono assai frequenti. È accaduto ed accade tuttora soventi che analisi relative alla stessa merce non vadano d'accordo. Donde contestazioni e liti che tornano di grave pregiudizio e ai produttori e ai consumatori. Già fino da una decina d'anni, dinanzi al moltiplicarsi delle discordanze si invocava un esame e l'unificazione dei metodi d'analisi, e si proponeva la costituzione di un arbitrato nei casi di contestazione. L'unificazione dei metodi d'analisi pei vari laboratori italiani fu ottenuta, e se ne sentì realmente un beneficio. Pur tuttavia se le grosse discordanze sono in gran parte scomparse, se ne incontrano tuttora di tali ed in tale numero da invocare una soluzione. Oggi specialmente, che per la costituzione di consorzi e di sindacati, l'acquisto delle materie fertilizzanti è fatto in parte notevole a grosse partite, anche differenze non molto grandi, tollerabili per piccole quantità, non si possono più lasciar passare.

Crediamo dover nostro di aggiungere che simili inconvenienti non si verificano solamente nel nostro paese. Si verificano ovunque si ha un commercio copioso delle materie in discorso. In Francia, ad esempio, le lagnanze che in proposito si fanno sono continue. In Germania per rimediare agli inconvenienti numerosi, si è costituito da un paio d'anni ciò che ora si è costituito da noi, cioè un comitato che risolva i casi di contestazione La misura sarà differente, ma è avvenuto da noi ciò che si è incontrato in altri paesi.

E sopratutto ci teniamo a far rilevare che l'istituzione di questo arbitrato non è da ritenersi che debba suonare un'accusa al modo con cui funzionano i nostri laboratorî di chimica agraria e delle stazioni agrarie. Perchè le discordanze più spesso che ad imperizia o a mancanza della dovuta diligenza da parte degli analizzatori, sono dovute alla natura speciale della materia, ed al fatto che essa non è sempre di natura omogenea.

Basterà qualche fatto a prova di ciò. Qualche tempo fa al laboratorio di chimica agraria della Scuola superiore di Agricoltura di Milano pervenne un perfosfato pel quale si era sollevato contestazione rispetto al contenuto di anidride solubile nel citrato. Determinata quest'anidride col metodo Petermann, risultò del 9 per cento; col metodo ufficiale italiano invece risultò del 12 per cento. Non si stentò a trovarne la ragione. Per ottenere un prodotto asciutto e del titolo richiesto, era stato aggiunto a quel prodotto della sabbia, non osservando che detta sabbia conteneva del calcare. Questa aveva fatto passare il fosfato monocalcico allo stato di fosfato bicalcico. E siccome col metodo Petermann si impiega poco citrato, e un citrato relativamente diluito, non si riusciva, applicando alla lettera la prescrizione, a sciogliere tutto il fosfato solubile nel citrato; la qual cosa invece riusciva col mètodo ufficiale italiano, col quale si impiega una quantità maggiore di citrato e di maggiore concentrazione.

Per un altro perfosfato si ebbe un risultato opposto, e cioè col metodo ufficiale il 9 % circa di anidride solubile nel citrato, e col metodo Petermann 10,80 %, La causa della differenza risiedeva in ciò che il prodotto era stato essiccato ad alta temperatura con trasformazione parziale dell'acido ortofosforico in acido piro e metafosforico, che sfuggivano col metodo ufficiale italiano, nel quale si precipita direttamente il fosfato ammoniaco magnesiaco; mentre si comprendeva c o

metodo Petermann, nel quale si passa pel fosfo molibdato scaldando in presenza di acido nitrico.

E fatti analoghi si ebbero a verificare in parecchi altri casi, per la determinazione dell'acido fosforico, dell'azoto e della potassa. Ora è evidente che chi è preposto alle analisi dei concimi e deve soddisfare correntemente ad un numero grande di richieste non è sempre nelle condizioni di approfondire lo studio della materia, e di evitare gli inconvenienti che possono sorgere dalla qualità speciale di essa. Egli è costretto a fare sollecitamente le analisi colle prescrizioni stabilite, e non ha campo di vedere se nell'uno o nell'altro caso qualche modificazione o qualche ricerca speciale sia necessaria.

La costituzione di un collegio che esamini a fondo la questione, che rifaccia le analisi applicando al caso vari metodi, studiando tutte le cause speciali che possono influire sul risultato, deve riuscire a salvaguardare gli interessi e dei produttori e dei consumatori; ed il suo intervento sarà tanto più necessario quando, trattandosi di grosse partite, sono in giuoco forti interessi.

Queste sono le ragioni che hanno determinato la Federazione italiana dei consorzi agrari, che rappresenta la massa dei consumatori, e l'Associazione dei fabbricanti italiani di concimi a costituire un collegio arbitrale pei casi di contestazione. E queste sono le ragioni che hanno indotto ad accettare il mandato coloro che hanno avuto l'onore di essere chiamati a far parte del collegio, nella persuasione che la loro accettazione non deve significare menomamente mancanza della dovuta deferenza verso i colleghi, pei quali professano la massima considerazione.

Con quanto si è esposto abbiamo cercato di corrispondere all'invito fattoci dalla Presidenza, e di contribuire modestamente all'attività del nostro sodalizio.

Sulla scelta di un sistema di pavimentazione per Milano. *(Continuaz. V. p, 387).* — *Asfalto e legno.* — Le città che ci hanno preceduto nel riordinamento delle strade urbane, hanno limitato le qualità di pavimentazioni stradali a quattro principali: Il Mac-Adam — i lastricati — il legno — l'asfalto compresso.

Il Mac-Adam è stato bandito da tutte le strade ristrette, centrali, e sopratutto da quelle percorse dalle tramvie; il massimo sviluppo è dato alla pavimentazione di pietra, di legno e d'asfalto.

Nelle strade molto frequentate e centrali delle grandi Capitali estere il legno e l'asfalto hanno la preferenza; una delle ragioni che militano in favore di questi sistemi sta nel fatto che tali pavimenti sono poco rumorosi.

Si capisce che nelle strade di Londra e Parigi, con un traffico di 30 a 42 000 cavalli nelle 24 ore (1), e dove in certi momenti le carrozze si trovano in sei e sette file continue, si dia molta importanza ad un pavimento che attutisca i rumori; ma nelle nostre strade anche centrali l'incomodo è meno grave poichè il carreggio vi è al paragone molto scarso, nè potrà in avvenire aumentare sensibilmente non permettendolo la strettezza delle strade; l'estendersi dell'uso dei cerchioni di gomma alle ruote delle vetture contribuirà in seguito a rendere sempre minore l'inconveniente.

(1) — Londra — anno 1881 — King William street — 26800 cavalli
Parigi — » » — Boulev. des Italiens — 23700 »
» » » — Avenue de l'Opera — 36200 »
» » » — Rue de Rivoli — 42000 »

L'asfalto compresso ed il legno presentano una superficie assai uniforme ed elastica, cosicchè la trazione vi incontra poca resistenza ed il piede del cavallo fa presa più facile che non sui pavimenti di pietra.

Però l'asfalto ed il legno hanno i loro inconvenienti; l'uno e l'altro sono sdrucciolevoli se non sono asciutti od estremamente bagnati, richiedono perciò degli insabbiamenti e delle lavature frequenti ed una pulizia accuratissima; ciò che in sostanza si traduce in una maggior spesa di manutenzione.

I veicoli molto pesanti a ruote strette possono produrre delle solcature nell'asfalto, specialmente se nei grandi calori essi restano qualche tempo fermi, e la pavimentazione, datando da pochi giorni, non abbia ancora raggiunto quello stato di compattezza che solo il carreggio continuato riesce a darle.

Stabilire un limite minimo alla larghezza delle ruote, ed un limite al carico per ruota, senza spingere le cose ad eccessi, d'altra parte pregiudizievoli al commercio, sarebbe cosa opportuna nei riguardi della conservazione delle strade.

Perchè le strade d'asfalto possano mantenersi per qualche tempo in buono stato, anche in corrispondenza alle lame della tramvia, sono necessarie particolari cure nella costruzione della strada; nonostante ciò, nelle vie strette come le nostre, anche non percorse da gran numero di veicoli, siccome questi intersecandosi raramente nel cammino hanno campo di mantenersi con una ruota sulla rotaia della tramvia, si riscontra lungo la rotaia stessa una solcatura, la quale va facendosi più marcata e più larga. — La ruota che entra in questa solcatura agisce per attrito di rotolamento sul fondo del solco e tratto tratto per attrito di strisciamento contro le sponde del medesimo; questa seconda specie d'attrito, molto più forte della prima, cagiona un notevole sgretolamento e quindi un allargamento della solcatura. Da ciò la necessità di periodiche riparazioni lungo le rotaie, fattura incomoda e non attuabile in ogni stagione.

Il pavimento d'asfalto soffre ancora per l'impiego del salaccio durante l'inverno, e tanto più ne soffre nei punti in cui il pavimento è maggiormente usato; il sale in contatto della neve produce un rapido abbassamento di temperatura, che determina per una contrazione dell'asfalto numerose incrinature; l'acqua vi penetra e spesso vi gela, e disgrega il pavimento; così l'impiego del sale lungo le rotaie dovrebbe essere impedito, ciò che costituirebbe un incaglio alla circolazione dei carrozzoni del tramway elettrico.

Nonostante tutti questi difetti i pregi del pavimento d'asfalto sono tanti che la sua applicazione ha preso uno sviluppo grandissimo. Certo è che nelle grandi città in cui va estendendosi questa pavimentazione si spendono per la pulizia e pel mantenimento di quelle strade le somme necessarie, e non si pretende, come da noi che la durata del rivestimento sia quasi indefinita.

In una strada a pesante carreggio, che corrisponda a 30 000 cavalli al giorno, la durata media del pavimento d'asfalto è di 4 o 5 anni, dopo di che il manto stradale va rifatto.

Se la strada è piana, se il carreggio è leggero, quantunque a circolazione intensa, la durata cresce fino a sei o sette anni.

Nel caso delle nostre strade centrali la durata potrà raggiungere presumibilmente da 10 a 12 anni, ben inteso con frequenti riparazioni lungo le rotaie ed accontentandosi degli ultimi anni di un pavimento mediocre. Se la strada non è provvista di rotaie la durata dell'asfalto potrà raggiungere 15 o 18 anni.

Il pavimento di legno ha gli stessi pregi e gli stessi difetti dell'asfalto; si presta però più facilmente alle riparazioni lungo le rotaie, non soffre l'azione del gelo,

ma ha una durata minore inquantochè dopo un certo tempo si corrompe, ed ha poi qnesto svantaggio, che mentre dalla demolizione di una strada d'asfalto si ricava un materiale impiegabile nella formazione dei marciapiedi, null'altro si può fare del legno se non bruciarlo in qualche focolare a forte tiraggio.

La durata di un pavimento di legno non dipende esclusivamente dall'intensità della circolazione, ma da molte altre condizioni, tra le quali importantissime sono le climateriche; in ogni modo si può ritenere che tale durata non superi i 9 o 10 anni, sempre intendendo che in questo tempo si attenda alla manutenzione e pulizia del pavimento nel modo il più accurato, e che per gli ultimi due anni ci si contenti di una strada cattiva.

Valga a dare un'idea della durata dei pavimenti di legno a Parigi il seguente specchietto:

INDICAZIONE DELLE STRADE O TRATTE DI STRADA	Superficie	DATA della costruz. del pavimento Anno	DATA del rifacimento totale Anno	Durata Anni	Numero di cavalli medio in 24 ore: totale	Numero di cavalli medio in 24 ore: per metro di larghezza della strada
Boulevard Poisonnière . . .	2000	1881	1889	8	20 000	1200
Rue de Rivoli	7800	1883	1890	7	42 000	3500
Boulevard S.t Germain . .	4500	1883	1890	7	7 000	500
» » » . .	5000	1883	1891	8	8 500	700
Avenue des Champs-Elysées	27000	1882-83	1891	8 a 9	14 000	500
Rue de Constantinople . . .	800	1884	1891	7	3 000	350

Se paragoniamo i pavimenti di legno con quelli d'asfalto nel riguardo delle spese abbiamo queste cifre:

Pavimenti di legno: Fondazione in cemento, spessore 0,20, compreso escavo, trasporto terra, disfacimento vecchio pavimento ecc. al mq.	L.	3,50
Lisciatura sull'estradosso della fondazione	»	0,50
Formazione del pavimento	»	0,50
Riempimento dei giunti con stecche e cemento	»	0,45
Insabbiamento con sabbia granulosa speciale	»	0,05
Lutatura con argilla dei giunti contro le cunette	»	0,05
Fornitura del legno abete scelto creosotato (alt. 0,15)	»	11,50
Spese generali di magazzino, direzione, ripari, lumi, ecc.	»	0,45
	L.	17,00

Pavimento d'asfalto: Fondazione come pel pavimento di legno di cui sopra . . . . al mq.	L.	3,50
Lisciatura sull'estradosso della fondazione	»	0,50
Formazione del pavimento in asfalto compresso dello spessore di cm. 5	»	13,50
	L.	17,50

La differenza di spesa è poca, e se si calcola il valore dell' asfalto ricavabile dalla demolizione della strada, i due prezzi possono ritenersi identici.

Per effetto di una concorrenza, la quale non può certamente essere a vantaggio della bontà della strada, ora si fanno a Parigi pavimenti d'asfalto a prezzi variabili da L. 15,25 a L. 16,25 al mq. compreso il fondo di calcestruzzo grosso 15 centimetri; questo spessore è troppo scarso nelle strade a sottofondo cedevole come le nostre; nè si dovrà cercare un risparmio in tale opera d'impianto, la quale ha d'altra parte una durata indefinita.

La spesa di manutenzione è evidentemente maggiore pel legno che per l'asfalto sia perchè in proporzione inversa della durata rispettiva, sia perchè il legno esige una pulizia ancor più accurata che non l'asfalto onde ritardarne la decomposizione.

La spesa annua di manutenzione perpetua può ritenersi in media di L. 1,30 a 1,40 per l'asfalto, e pel legno L. 2 a 2,20 al mq. comprendendo in questa cifra anche le due lavature settimanali che questo genere di pavimentazione esige.

Dalle considerazioni fatte a proposito di questi due sistemi di pavimentazione risulterebbe preferibile il pavimento d'asfalto a quello di legno e poichè ciò è indiscutibile nei riguardi della pulizia e dell'igiene, così l'Ufficio esprime il parere che in tutte le strade nelle quali si riscontri l'opportunità di un pavimento silenzioso venga preferito l'asfalto al legno.

Se trattasi di strade e piccole piazze centrali non molto frequentate, come ad esempio la via Marino, la piazza S. Fedele, e libere dalle rotaie delle tramvie, la pavimentazione d'asfalto è sotto ogni rapporto consigliabile quando i servizi pubblici sotterranei siano portati sotto i marciapiedi.

Pavimenti di pietra. — Nelle strade provviste di tramvia, soggette a pesante carreggio, continuato e localizzato (come avviene per la strada di circonvallazione) nessun pavimento potrà resistere senza continue opere di riparazione, specialmente lungo la zona della tramvia; a queste frequenti operazioni meglio s'adatta il pavimento di pietra, perchè ne permette l'esecuzione senza incaglio al carreggio; del resto questo è ancora il pavimento più in uso nelle strade urbane delle altre città italiane ed estere.

A Parigi, per esempio, si avevano nel 1892 e nel 1896:

		1892	1896
Strade in asfalto compresso . . .	mq.	300 000	357 000
» » legno	»	540 000	907 400
» » pietra	»	6 300 000	6 196 100
» » pietrisco	»	1 560 000	1 410 000
	mq.	8 700 000	8 870 500

Un pavimento di pietra, quando sia ben costrutto, può procurare per parecchi anni una strada comoda al carreggio, di bell'aspetto, igienica.

Per raggiungere questo scopo è necessario in primo luogo di predisporre una solida fondazione sulla quale possa collocarsi il rivestimento di pietra colla sola interposizione di uno straterello di sabbia; in secondo luogo si deve avere la massima cura nella scelta del materiale di pavimentazione, tanto a riguardo della sua durezza, quanto e più ancora a riguardo della sua omogeneità, affinchè la strada si consumi in modo uniforme; finalmente la perfezione della lavorazione dei conci e l'accurata posa in opera, sono gli altri due fattori importanti per ot-

tenere un buon pavimento. A raggiungere queste due ultime condizioni, è necessario, fosse pure con aumento di spesa, di separare la fornitura delle pietre dalla loro posa in opera. La fornitura può essere oggetto di un appalto; le pietre lavorate debbono essere condotte ai magazzini comunali dove sono esaminate una ad una e classificate in pietre di 1.ª scelta, di 2.ª scelta e scarti; quando invece il materiale è condotto direttamente sul luogo dei lavori di mano in mano che occorre all'esecuzione dell'opera, è assai più difficile farne la scelta ed ottenere che gli scarti siano esportati.

La posa in opera delle pietre potrà eseguirsi tanto a mezzo di appalto, quanto ad economia, ciò che sarebbe preferibile; anzi un esperimento in quest'ultimo sistema è già stato eseguito colla pavimentazione del sotto passo di Principe Umberto, ed è riuscito soddisfacente

Il costo al metro quadrato di questa pavimentazione, eseguita nel modo indicato, risulta come segue:

Lavoratura di pietre di ragione comunale per formazione delle bozzette o tacchi	L.	5,50
Trasporto dal magazzino a piè d'opera	»	0,70
Disfacimento del vecchio selciato, scavo stradosso e trasporto di terra e personale di servizio pel posatore	»	0,80
Sabbia: mc. 0,13 × L. 3,00	»	0,39
Mano d'opera dei lastricatori	»	0,57
» » degli scalpellini in sussidio dei lastricatori.	»	0,59
Quota di spesa di magazzino ed attrezzi	»	0,15
A cui aggiungendo il valore del granito sbozzato di S. Fidelino in ragione di L. 45 al metro cubo (compreso il consumo) per uno spessore medio di 0,16, cioè	»	8,80
Risulta il costo totale per mq. di .	L.	17,50

Tale è il costo di un pavimento di buon granito costrutto in sabbia, con ogni cura, in località soggetta a frequentissimo transito di vetture pubbliche, omnibus e tramway.

I pavimenti di pietra eseguiti in corso Vittorio Emanuele ed in via S. Margherita costano L. 16,50 al metro quadrato ogni addizionale compresa, all'infuori del riempimento con malta in corrispondenza alle rotaie; nel prezzo di L. 16,50 è compresa anche la manutenzione per un anno. La pietra é una delle migliori di quelle impiegate a Genova, città che nelle strade principali ha un carreggio paragonabile al nostro. Questo lavoro eseguito per appalto fu fatto in via di esperimento allo scopo di condurre a Milano operai abili nella formazione di tali pavimenti; per qualche tempo ancora, finchè l'Ufficio Tecnico non si sarà assicurato una squadra di bravi operai posatori, quale ora sta formando, sarà necessario appaltare anche la posa in opera del materiale, ma in ogni modo i materiali dovranno prima essere consegnati al magazzino comunale, da dove usciranno solo quelli che corrispondano alle prescrizioni contrattuali.

Il sistema di pavimentazione del Corso V. Emanuele e delle vie S. Margherita e Carlo Alberto è suscettibile di miglioramento; una maggior precisione nella lavorazione delle pietre, una maggior distanza fra l'una e l'altra per modo che si possa colare nell'interstizio una miscela di sabbia e goudron onde renderne impermeabili le giunte sarebbe un miglioramento; aumentare le dimensioni dei

pezzi a contatto delle rotaie onde dar loro maggior stabilità, provvedere ad un sottofondo di calcestruzzo, sono tanti perfezionamenti che si potranno introdurre dopo di averne fatta l'esperienza sopra piccole partite.

Altri sistemi di pavimentazione in pietra possono ancora essere adottati; a Londra, per esempio, i conci di pietra, si riducono alla minima dimensione, nel senso della larghezza: sono pezzi di granito di 0,18 × 0,25 × 0,075 che vengono disposti normalmente all'asse della carreggiata col lato di 0,18 in piedi; lo stesso sistema è adottato da qualche tempo anche a Berlino; un pavimento così conformato costa a Londra in ragione di 17 a 24 franchi al mq. posa e sabbia comprese, ma esclusa la fondazione.

I pavimenti a grandi lastre in uso a Firenze ed a Napoli non furono da noi esperimentati, chè alla prova fatta in via Cesare Correnti fino dal 1893 non si può annettere valore; se essa diede cattivo risultato, ciò deve attribuirsi a due cause che possono sempre eliminarsi: 1.° all'aver impiegato pietre di diversa qualità e quindi di diversa resistenza; 2.° all'aver affidato il lavoro ad una compagnia d'operai scalpellini facendo un contratto esclusivamenie a misura, ciò che con quella specie d'operai assolutamente non va.

Il sistema romano, una via di mezzo fra il lastricato ed il selciato, non venne ancor provato a Milano, e sarebbe opportuno farne una prova specialmente per quei larghi spazi nei quali è difficile mantenere in posto il selciato; certo è che la pavimentazione di Roma si presenta sotto un aspetto assai favorevole, e quantunque a ciò debba contribuire la grande pendenza delle strade ed il carreggio relativamente leggiero, è pure vero che il materiale è di qualità resistentissima ed il sistema ha tutti i pregi del nostro ciottolato, e minori i difetti.

I selci di Roma però costano assai e per la lavorazione e più ancora per le spese di trasporto; si può per alcune strade provvedere ad un buono e resistente pavimento impiegando altra pietra che non quella di Roma (e per esempio i nostri graniti migliori) lavorata in bozzette quadre e queste messe in oqera su letto di sabbia; così con 12 a 13 lire al metro quadrato si può avere un buon pavimento di sollecita esecuzione e di facile riparazione. Ma a tutto ciò risponderanno meglio le prove che si faranno.

Come si è accennato fino dal principio di questo rapporto, ad ogni strada può essere adattato un tipo speciale di pavimento; trattandosi di una riforma delle nostre strade, conseguenza della riforma di tutte le condotte sotterranee e della posa delle tramvie, l'Ufficio scrivente riassumerebbe così le sue proposte:

Strade in ghiaia. — Come tali andranno mantenute tutte le strade al di fuori della linea di piano regolatore: l'uso del compressore potrà rendere meno incomode le annuali ricariche.

Strade in pietrisco. — Potranno tenersi a Mac-Adam formato con buon pietrisco tutte quelle strade, le quali, perchè larghe e ben ventilate possano essere mantenute in condizioni soddisfacenti con lavature notturne e scopature diurne continue; si avrà cura di rendere meno incomoda la viabilità nei giorni piovosi, mediante larghi e frequenti attraversanti di pietra.

Strade in ciottoli. Possono essere sistemate in soli ciottoli le carreggiate delle strade nelle quali il transito sia minimo; quando il transito sia appena considerevole, o si tratti di strade che per la loro ristrettezza e quindi pel poco soleggiamento e ventilazione non possono essere tenute in pietrisco, la sistemazione della carreggiata in ciottoli coi trottatoi di granito sul colmo può ancora in casi speciali essere considerata opportuna.

Strade in pietra ed in asfalto. — Le strade principali saranno gradualmente

sistemate in pietra e in asfalto a seconda dell'opportunità, ritenuto che il costo dell'uno e dell'altro sistema è presso a poco il medesimo.

Le piccole strade centrali, attualmente provviste di marciapiedi in pietra, trottatoi e piccole liste di selciato, strade nelle quali i servizi sotterranei non possono a meno di rimanere sotto la carreggiata, strade in cui è impossibile costrurre i marciapiedi in rialzo, saranno meglio e più economicamente sistemate con piccole lastre di pietra, come venne fatto per la via Pasquirolo.

Questo pavimento se fatto con grandi lastre non è molto facile a disfarsi; basta vedere lo stato dei marciapiedi, rimossi per i lavori d'acqua potabile, gas, ecc. per persuadersi che ogni disfacimento parziale è una rovina del materiale; le piccole pietre si prestano meglio alle manomissioni stradali, le quali possono effettuarsi con guasti minimi del materiale.

Le pietre che possono impiegarsi nelle pavimentazioni stradali non mancano in Lombardia; se per un primo esperimento (la via Meravigli), si fece ricorso alla pietra di Spezia, fu per due ragioni: prima, perchè in Lombardia mancavano operai pratici in simili lavori e non conveniva separare l'appalto della provvista da quello della posa in opera; la seconda ragione stava nel fatto che tempo addietro i prezzi dei graniti per lavori stradali erano mantenuti molto elevati, e quella concorrenza ha già prodotto il suo effetto.

La pavimentazione del corso Vittorio Emanuele e di via S. Margherita venne ancora eseguita in pietra di Spezia, perchè all'appalto indetto risultò il migliore offerente nei riguardi del prezzo e della qualità del materiale un appaltatore genovese. La pavimentazione del viale Garibaldi, fatta di due specie di granito, ha dimostrato due cose:

1.° Che il granito di Montorfano impiegato in un tronco di quel viale non resiste al pesante carreggio cui è soggetto mentre resiste bene quello di Valganna impiegato nell'altro tronco;

2.° Che le ditte assuntrici di quel lavoro seppero fornire materiale ben lavorato, ma non avevano nè operai, nè direzione abili alla formazione del pavimento quantunque con pietre meglio lavorate di quelle di Spezia.

Anche nei riguardi della qualità del materiale di pavimentazione si può dire che ad ogni categoria di strade può corrispondere una qualità di pietra. Il granito di Valganna, quello di S. Fidelino e quello di Biella saranno adatti alle strade principali, stando quasi al pari della pietra di Taggia, e superando, forse di poco la pietra di Spezia; il granito d'Alzo e quello di Baveno potranno servire per le strade secondarie.

Le molte pietre provenienti dalla riforma delle strade centrali possono essere utilmente impiegate nelle pavimentazioni lavorandole opportunamente, e se trattasi di strade o spazi poco carreggiati, anche le lastre di Montorfano possono rispondere al bisogno.

Con tale granito venne appunto eseguita la pavimentazione della stazione di vetture sul lato settrionale del Duomo, l'attraversante di piazza Campo Santo, quello della piazza S. Carlo ed altri minori, e ciò sempre a mezzo di una squadra di posatori che l'Ufficio Tecnico sta formando a questo genere di lavori.

È da sperarsi, anzi da ritenersi per certo, che quasi ormai compiuti nelle strade centrali gli incomodi lavori in sottosuolo, resi necessari dal nessun ordine col quale fino a pochi anni or sono erano stati collocati i condotti dei pubblici servizi in sede stradale, le strade di Milano si metteranno in condizioni che corrispondano alle esigenze del carreggio ed al decoro cittadino.

BIBLIOGRAFIA

D.r Aug. Föppl. — *Vorlesungen über technische Mechanik* — Vol. III. *Festigkeitslehre* — Un vol. in 8.° con 70 fig. nel testo — Leipzig, B. G. Teubner - 1897.

Quello che l'Autore D.r Aug. prof. Föppl scrive dei trattati di meccanica tedeschi, si può dire ancora a maggiore ragione dei nostri; che cioè i più sono dettati da matematici o teoretici e quindi per principio non sviscerano i problemi della pratica; altri, che vorrebbero essere più pratici, sono troppo elementari e per conseguenza insufficienti.

Il libro che annunciamo del prof. Föppl tiene una via di mezzo fra queste due tendenze e perciò giunge molto a proposito ed assai opportunamente, non solo in Germania ma anche fra noi, dove acquisterà certamente presto la simpatia degli ingegneri e degli studenti d'ingegneria.

Ma anche in questa via di mezzo era difficile il tenere una giusta misura e però diciamolo subito, l'Autore vi è pienamente riuscito. Egli segue la tradizione del suo predecessore il compianto prof. Bauschinger, inspirandosi al concetto che per allievi avviati alla carriera dell'ingegneria sia preferibile dare nella meccanica una preponderanza marcata alla parte tecnica, piuttosto che all'analitica, che interessa maggiormente il teoretico. Con questo indirizzo l'Autore ha raggiunto due scopi, infatti mentre egli ha inteso di scrivere delle *Lezioni* per gli allievi del suo corso, ha ancora fatto un libro di grandissima utilità per gli ingegneri che già si trovano in pratica e ai quali occorre di conoscere la meccanica tecnica a cui devono fare capo nelle loro frequenti applicazioni. Questo secondo scopo non è stato però estraneo alle intenzioni dell'Autore nello scrivere il suo libro, no, anzi appunto per ragione del medesimo egli ha dato a varie questioni pratiche, che generalmente nelle scuole si sorvolano, un'estensione conveniente, affinchè l'ingegnere possa valersene nell'esercizio della sua professione.

Abbiamo insistito sui criteri generali che hanno inspirato e guidato l'Autore nello scrivere il suo libro, affinchè si comprenda subito l'utilità del medesimo, che il suo titolo, potrebbe forse non lasciare supporre abbastanza.

L'opera è costituita da 4 volumi, ciascuno dei quali forma un tutto a sè e può studiarsi indipendentemente dagli altri, coi quali però l'Autore ha mantenuto un legame di relazione affinchè il trattato risultasse nel suo insieme armonico. Il primo volume è dedicato alla introduzione nella mec-

canica ed alle parti generali della medesima; il secondo alla statica grafica, il terzo e il quarto alla teoria della resistenza dei materiali ed alla dinamica. Il volume che ora viene pubblicato, e che noi presentiamo ai lettori del *Politecnico*, è quello che tratta della resistenza dei materiali.

Il libro del prof. Föppl è diviso in undici capitoli, nei primi dei quali egli espone le condizioni generali dei corpi sottoposti all'azione di forze tanto esterne quanto interne, svolge le deformazioni elastiche e la cimentazione della materia; la teoria della flessione, il lavoro di deformazione e la teoria dei corpi ad asse curvilineo. In tre altri successivi studia la resistenza dei corpi, cominciando da quelli sopportati da appoggi cedevoli, indi delle lastre sostenute alla periferia; poi la resistenza di recipienti con sopracarico interno ed esterno Altri due capitoli sono dedicati allo studio della resistenza alla torsione e all'inflessione e finalmente l'ultimo tratta dei principi della teoria matematica dell'elasticità.

Da questo rapido cenno si scorge che l'Autore abbraccia tutto il campo della resistenza dei materiali nel significato moderno; infatti egli fa astrazione dalle antiche ipotesi, che consideravano taluni corpi come perfettamente rigidi ed obbligavano perciò a stabilire dei principii speciali, quali la legge della minima resistenza nella teoria delle vôlte, e simili; egli mette a base del suo libro il principio che in natura non esistono corpi veramente rigidi, tutti si deformano più o meno prima di rompersi. Con ciò viene a riunire la teoria della resistenza con quella dell'elasticità, come parti di una stessa disciplina, che a sua volta diventa quel ramo della meccanica dei corpi solidi che studia le loro deformazioni, generalmente piccolissime. La voce *solido* assume così un significato contrario a quello di *rigido*, senza perciò confondersi col significato *elastico*. Con questo concetto anche la nota proposizione che ogni parte di un corpo, in qualsiasi modo supposto limitato da altro corpo col quale sia materialmente unito, deve considerarsi come parte a sè, alla quale si possono senz'altro applicare le leggi della meccanica, acquista un significato più generale, poichè gli sforzi che si sviluppano tra la porzione di corpo considerata e quella a cui essa è collegata, ma dalla quale noi supponiamo staccata, diventano pure forze esterne tanto per la porzione di corpo, quanto pel resto, ed entrano così a far parte delle condizioni di equilibrio o di cimentazione che si esaminano.

Le formole generali che si ricavano, non bastano però per determinare le condizioni di equilibrio, poichè si arriva a sei incognite e si dispone solo di tre equazioni; occorre quindi far capo alle relazioni fra le componenti degli sforzi che agiscono nei corpi considerati e le deformazioni che ne sono la conseguenza. L'Autore prendendo le mosse da questa ricerca, ci conduce nel secondo capitolo, con una transizione insensibile, allo studio delle deformazioni elastiche, deducendo la nota legge di Hooke, che gli autori moderni chiamano legge di elasticità; e sulle basi di essa passa allo studio della cimentazione dei materiali per compressione, per tensione ecc., tenendo calcolo dei nuovi punti di vista che Weyrauch ha introdotto, in seguito ai risultati delle esperienze di Wöhler.

Nella teoria dei corpi prismatici rettilinei l'Autore dimostra l'arbitrarietà delle ipotesi di Bernouilli e Navier, donde la necessità di controllare i risultati della teoria con quelli forniti dall'esperienza, e che pei casi più importanti della pratica, si possedono in numero sufficiente per procedere sicuri nelle applicazioni che ordinariamente occorrono. Stabiliti così i principi fondamentali della teoria, l'Autore passa a studiare i momenti di inerzia, di resistenza e centrifugale per sezioni piane, e coll'aiuto di essi e dell'elisse centrale, calcola la ripartizione degli sforzi ed il valore di essi per tutti i casi più comuni nelle travi rettilinee, curve, appoggiate sopra due o più punti, o incastrate alle estremità.

Il quarto capitolo è dedicato allo studio del lavoro di deformazione, e qui le proposizioni del compianto Castigliano acquistano tutta la loro importanza; il prof. Föppl sa metterle nella loro vera luce, e non trascura di fare un paragone dei nuovi metodi che da esse derivano, con quelli precedentemente in uso. Dalle proposizioni di Castigliano l'Autore ricava pure l'importantissimo teorema di Maxwell sulla reciprocità degli spostamenti.

Segue lo studio delle travi ad asse curvilineo; l'Autore prende le mosse dalla solita ipotesi che l'asse sia una curva piana prima della deformazione e che le direzioni delle forze che cimentano il corpo, si trovino tutte nel piano della curva, la quale taglia ogni sezione, secondo un asse principale. L'asse della trave non uscirà dal piano durante la deformazione, perciò dopo la flessione rimane sempre una curva piana, come lo era prima. Queste ipotesi limitano i casi da studiarsi, ma siccome essi sono appunto quelli che ordinariamente si presentano nella pratica, non vi è ragione di allargare le ricerche per considerare dei casi più generali.

L'Autore esamina pure le opinioni più comuni in merito alle altre ipotesi e rileva come quella di Bernouilli, che cioè le sezioni si mantengono piane durante la deformazione, e l'altra della distribuzione lineare degli sforzi in una sezione, ipotesi che avevano valore nella teoria della flessione di una trave rettilinea, qui non sono più ammissibili così senz'altro, e mostra in qual modo le due ipotesi danno risultati diversi. Indi procede a studiare l'arco con due articolazioni, calcolando la spinta orizzontale in due modi diversi; poi l'arco incastrato alle due imposte; l'influenza delle variazioni di temperatura, e il calcolo delle molle a spirale.

I tre capitoli che fanno seguito si possono considerare come lo studio di casi pratici; nel primo l'Autore calcola il momento flettente, le forze taglienti e gli sforzi in una trave appoggiata sopra un letto cedevole, e questo è il caso delle traverse di un binario, che Zimmermann ha trattato assai diffusamente con molta eleganza e ricchezza di dottrina. Il prof. Föppl, nel libro che stiamo esaminando, non accenna che al caso più comune e che nella pratica più sovente occorre di incontrare. Nel secondo capitolo svolge la teoria esatta della resistenza alla flessione di lastre circolari, ma per quanto la medesima non offra difficoltà, l'Autore stesso consiglia di attenersi nella pratica alla teoria approssimativa di Bach, che tratta pure con tutta l'estensione necessaria. Dalle lastre circolari passa a quelle elit-

tiche, poi quadrate e rettangolari, esponendo criteri propri in opposizione a quelli di Bach. Il terzo capitolo tratta della resistenza dei tubi nelle varie condizioni in cui si trovano nella pratica.

Dopo di avere esaminato in un capitolo speciale la resistenza alla trazione negli alberi a sezione circolare, elittica e rettangolare, l'Autore passa a svolgere la teoria della resistenza all'inflessione dei solidi caricati di punta, cominciando dal dedurre la nota formola di Eulero, e riferendola ai vari casi della pratica. Non sono ancora trascorsi molti anni che le opinioni dei tecnici su questo argomento erano assai disparate, e le formole di Navier, di Schwarz e di Rankine, colle quali si è inteso di sostituire quella di Eulero, furono a lungo ritenute preferibili. Ma i progressi della scienza hanno poco a poco sgombrato il terreno, e di tutte le formole proposte, la più antica è quella che meglio si è mantenuta; e sebbene oggidì ancora in varii trattati odierni non le si assegna quel giusto posto che merita, e da diverse parti si voglia ritenere la questione ancora controversa, a noi sembra che le esperienze di Bauschinger nel laboratorio di Monaco, e quelle più recenti e più esaurienti di Tetmajer nel laboratorio di Zurigo, abbiano dimostrato in modo indiscutibile che la formola di Eulero più di qualunque altra, si accorda coi risultati della pratica.

È un fenomeno questo, che meriterebbe di essere studiato più da vicino, vale a dire; perchè si è rigettata una formola ricavata mediante un procedimento matematico corretto, privo affatto di errori e che si basa sulle stesse ipotesi degli altri calcoli, per adottare delle formole che solo mediante l'introduzione di una conveniente costante, possono concordare coi risultati dell'esperienza. Una ragione potrebbe trovarsi in ciò, che per lo passato nei calcoli di resistenza si proporzionava il grado di stabilità o sicurezza allo sforzo massimo, che il corpo doveva sopportare, il che naturalmente rendeva impossibile di rendersi conto di un caso nel quale questo modo di trattare la questione non aveva significato alcuno. Infatti le norme antiche officiali prescrivevano un dato numero di chilogrammi per unità di misura a seconda del materiale impiegato, oltre il quale non dovevasi in alcun modo cimentare; colla formola di Eulero ciò non si poteva fare per la resistenza all' inflessione, donde la necessità di ricorrere ad altre formole. In realtà poi, queste si riducono ad una sola che fu ricavata in diverse epoche con procedimenti diversi, perciò dagli autori che diedero tali procedimenti, la formola fu chiamata ora di Navier, ora di Schwarz ed ora di Rankine.

Finalmente nell'ultimo capitolo l'Autore svolge la teoria matematica dell'elasticità, dando così alle soluzioni precedentemente trovate e in perfetta armonia coi risultati dell'esperienza, un fondamento teorico esatto. Comincia dallo stabilire le equazioni fondamentali; poi tratta il caso dei movimenti ondulatori di trasmissione nei corpi, senza fare astrazione dal peso proprio di questi, ed arriva al risultato generalmente ammesso, che anche le pietre, le murature, ecc. nei limiti di deformazioni elastiche piccolissime, obbediscono con grande approssimazione alla legge di Hooke, (il che non si veri-

fica più quando le deformazioni sono molto sensibili. L'Autore continua nel suo studio, ma facendo l'ipotesi che i corpi siano allo stato di quiete e che il loro peso proprio in confronto dei pesi da cui sono cimentati, possa trascurarsi, il che è effettivamente il caso nella pratica. Riporta la celebre teoria di Saint-Venant dimostrando in quali casi, essa sia rigorosamente applicabile, indi fa vedere i vantaggi che da essa derivano alla teoria della flessione; e così riprende in esame la teoria della torsione da un punto di vista rigorosamente matematico, e ciò tanto per alberi a sezione circolari, quanto per alberi a sezione elittica studiando la ripartizione degli sforzi di taglio nella sezione. Questo dà occasione all'Autore di esporre brevemente le note teorie di Boussinesq e di Hertz e di passare allo studio delle condizioni di equilibrio nelle masse incoerenti, facendone l'applicazione al calcolo della spinta delle terre contro muri di sostegno, con la quale si chiude il libro del prof. Föppl.

Alla fine di ogni capitolo si danno alcuni problemi nella risoluzione dei quali l'Autore dimostra il modo di servirsi delle formole date e di applicare i risultati ottenuti. Il volume poi termina con poche pagine nelle quali sono riassunte le principali formole, capitolo per capitolo, cosicchè anche senza ricorrere al libro, si ha tutto sotto mano quanto occorre nella pratica.

Questo il contenuto dell'opera del prof. Föppl; aggiungiamo che essa, come tutti gli altri lavori dello stesso Autore, è scritta con molta chiarezza e sobrietà; senza digressioni ma pure facilissima nell'esposizione; il laconismo dell'Autore non nuoce menomamente all'intelligenza del libro, il quale si legge correntemente. Del calcolo l'A. ha fatto un uso giusto; senza essere troppo elementare non si eleva alle astruse dimostrazioni matematiche, cosicchè anche agli ingegneri provetti, che da molto tempo hanno abbandonato gli studii teorici, il libro non offre difficoltà di sorta; perciò, ripetiamo, riuscirà utilissimo ad essi, quanto agli studenti di ingegneria, pei quali in primo luogo è stato scritto.

Teramo, maggio 1898.

Ing. GAETANO CRUGNOLA.

Tipografia e Litografia degli Ingegneri. Ing. C. SALDINI, Gerente.

COMITATO DI DIREZIONE E COLLABORAZIONE
DEL GIORNALE

Redazione ed Amministrazione, Via Unione, 9 — **MILANO.**

ANNO XLVI

IL POLITECNICO

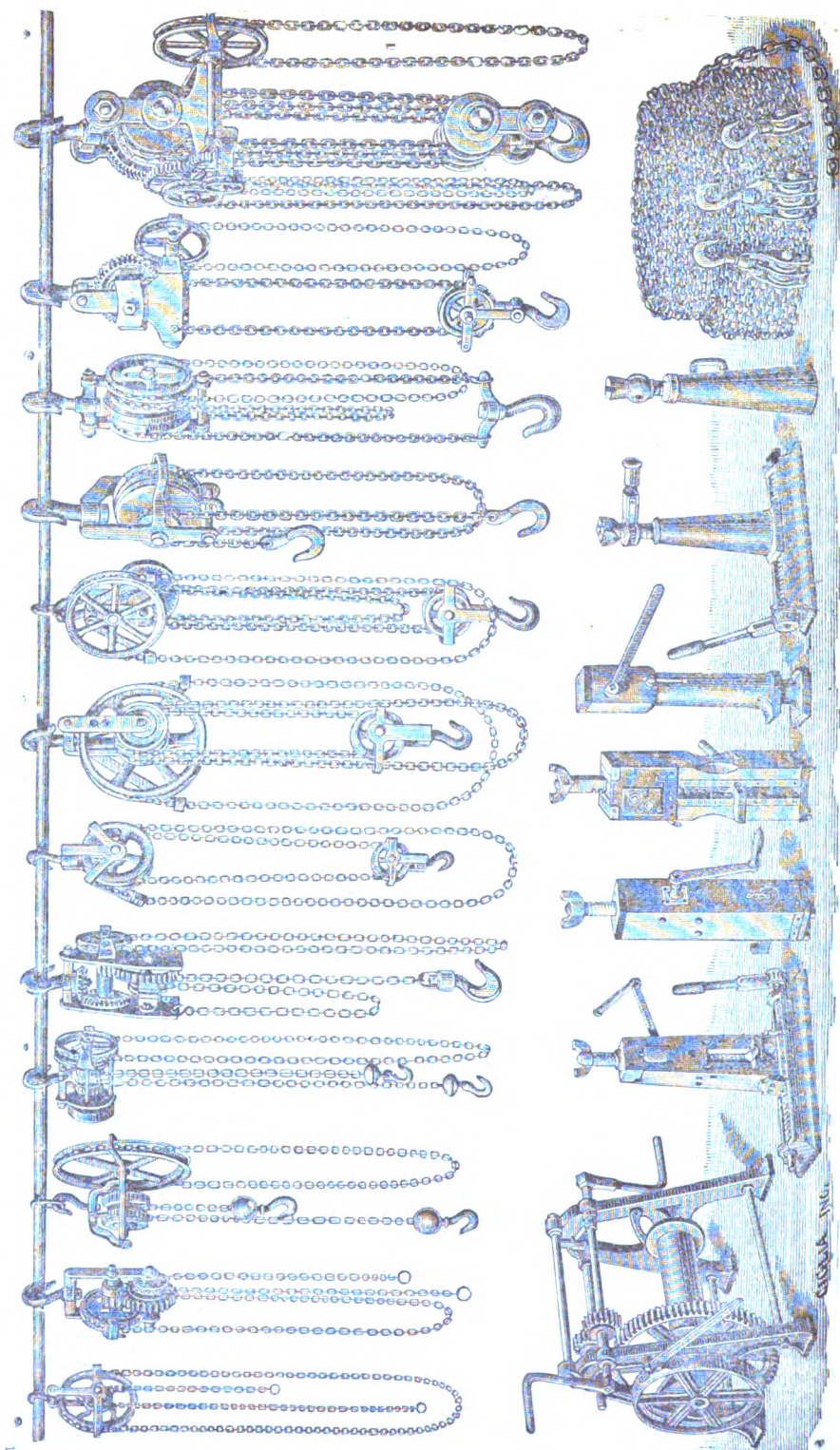
GIORNALE

DELL' INGEGNERE ARCHITETTO CIVILE ED INDUSTRIALE

Agosto 1898

SOMMARIO.

Con 4 Tavole (le tav. 32 e 33 si daranno nel prossimo numero) ed otto figure nel testo.

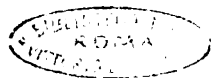
MILANO
Tipografia e Litografia degli Ingegneri
9 — Via Unione — 9
1898

NUOVO CASCINALE

per la

POSSESSIONE ADELINA

di compendio del tenimento di Villamaggiore, Provincia di Milano

di ragione dell'Ill. Sig. Barone **Davide Leonino.**

(Colle tavole 29, 30, 31, 32, 33).

Premesse. — Il vasto tenimento di Villamaggiore di una superficie di metriche pertiche 5237, corrispondenti a milanesi pertiche 8000, è posto a poca distanza da Milano, ed è attraversato dalla ferrovia che da questa Città mette a Pavia.

Su esso, dal compianto signor Barone Sabino Leonino, padre dell' attuale proprietario, vennero compiute delle importanti sistemazioni di fondi, e radicali riforme di caseggiati, che permisero un esteso incremento alla coltivazione del prato, ed un conseguente aumento della bergamina, la quale, una volta costituita da sole 160 vacche, ora ne comprende 300.

I grandi vantaggi di tali miglioramenti vennero pure riconosciuti ed apprezzati all' esposizione di Milano nel 1881, ove, per la sua coraggiosa e benefica iniziativa, al sig. Barone Sabino Leonino venne accordata una ben degna onorificenza.

Non occorre dimostrare che la coltura del prato divenne non solo la meno rischiosa, ma anche la più rimunerativa, tanto per l'entità del reddito, che per la maggior copia di concimi che ne conseguono, ed i quali costituiscono il più efficace sussidio per ottenere un aumento di produzione.

Onde raggiungere questo scopo il Barone Davide Leonino, coadiuvato sempre dall' egregio ed intraprendente amministratore sig. Rag. Aurelio Gugelloni, continuò a coltivare in economia tutto il tenimento, introducendo nuovi miglioramenti suggeriti dai continui progressi agricoli, e regolando convenien-

temente l'uso e la distribuzione delle acque d'irrigazione, onde preparare un' utile divisione del latifondo in diverse aziende separate, ed indipendenti l'una dall'altra, essendo un assioma che l'eccessivo accentramento di direzione per la conduzione d'una grande estensione di terreno, è contrario al perfezionamento ed all'economia dei molteplici lavori agricoli, dalla cui accurata esecuzione dipende in buona parte il beneficio di un abbondante ricavo.

L'intento a cui aspirava il sig. Barone Davide Leonino venne ottenuto, e difatti la maggior quantità d'acqua viva che può utilmente disporsi dopo le accennate sistemazioni, ed il più rapido e vantaggioso ripiglio delle colature sui fondi inferiori, lasciano ancor adito ad un ulteriore sviluppo della coltura del prato, e quindi ad un proporzionale accrescimento della bergamina di altre 80 vacche da potersi mantenere esclusivamente coi prodotti del tenimento.

Fu sciolto anche il difficile e delicato problema della distribuzione delle acque d'irrigazione, mercè cui la coltivazione del tenimento potè essere suddivisa in tre distinte possessioni, di cui ciascuna ha il proprio assegno d'acqua tanto estiva che jemale, rimanendo ancora rispettati gli esistenti vincoli delle colature a favore del cavo Marocco.

Queste possessioni devono però essere dotate anche degli occorrenti caseggiati, ed il cascinale ora esistente, in seguito al possibile e vantaggioso aumento della bergamina, non risponde più ai bisogni del tenimento, a soddisfare i quali occorrono altre stalle, un nuovo caseificio, e tutti i servizi inerenti.

Ne derivò quindi la necessità di costrurre un nuovo cascinale, e l'Ill. sig. Barone Davide Leonino, pur continuando a coltivare in economia due di dette possessioni coll'opera di esperti agenti aventi attribuzioni affatto autonome, e conservando ognora per esse la dotazione d'una bergamina di 300 vacche, si determinò di affittare la terza possessione, ed acconsentì ad addossarsi la rilevante spesa richiesta per la costruzione del nuovo cascinale a servizio di questa possessione, alla quale fu dato il nome di Adelina, come dedica alla gentil donna che è madre del nobile proprietario.

Onde effettuare la presa determinazione, il Barone Davide Leonino affidò allo scrivente l'incarico di compilare il relativo progetto, e dirigerne i lavori di fabbrica, del che sente il dovere di esprimere al prefato sig. Barone i più sentiti ringraziamenti.

Indicazioni e considerazioni generali. — La possessione per la quale si costruisce il nuovo cascinale è costituita da fondi tutti situati a levante della linea ferroviaria Milano-Pavia, ed ha un' estensione di pertiche metriche 1210, pari a milanesi pertiche 1850 tutte irrigatorie, e di queste pert. 250 sono a prato marcitorio, e le altre a coltura avvicendabile con predominio del prato.

Concluso l' affitto della possessione nell' estate 1897, lo scrivente studiò e delineò tosto il progetto del nuovo fabbricato così come ne è data l' idea dalle tav. 29, 30, 31, 32, 33.

Le dimensioni assegnate al cascinale furono proporzionate all' estensione ed ai bisogni della possessione, e di esse più innanzi si espone un cenno sommario.

Cascinale con annesse corti ed aja di forma quasi quadrata coi lati di m. 136 × 130.50 e di una superficie corrispondente a	Pertiche metriche	17, 50
Ortaglia e giardino del fittabile	»	3, 00
Orti colonici e del lattajo	»	10, 50
	Totale P. m.	31, 00
Pari a milanesi pertiche 47, 8.		

L' area coperta da tetto, ed il costo di costruzione dei vari corpi di fabbrica, preventivato in base ai contratti già stipulati coi diversi costruttori e somministratori, risultano dal prospetto a pag. 476.

Le opere di fabbrica ebbero principio nel mese di settembre 1897, e saranno a giorni ultimate dovendo il cascinale essere utilizzato dal conduttore coi primi del mese di novembre del corrente anno.

Nell' enunciato progetto non si contempla la costruzione di una stalla ad uso infermeria, ed altra per la custodia dei bovini d' allevamento, perchè questi ambienti esistono già in una piccola cascina detta del Grugnetto, pure annessa a questo affitto, e che servirà quale succursale al nuovo cascinale.

La suddetta cascina Grugnetto comprende pure tre cucine coloniche coi rispettivi superiori, e per cui le nuove case coloniche furono limitate a quattordici, oltre quelle del lattajo e cavallante.

Non si riscontrò nemmeno il bisogno di costrurre un arsenale padronale, di cui è già dotato il cascinale dell' attiguo tenimento di Villamaggiore.

	INDICAZIONE DEI CORPI DI FABBRICA	Area coperta	Costo di costruzione
Tav. 29 - A	Caseggiato del fittabile e rustici annessi a due piani, con cantine	M² 413, 00	L. 20500, 00
» B	Caseggiato colonico a due piani . . .	» 571, 00	» 22000, 00
» »	Pollai ed annessi servizi colonici con superiore cascinello	» 227, 00	» 2500, 00
» C	Stalle dei buoi e quella per ricovero delle donne con superiore fienile e portico corrispondente	» 234, 00	» 5000, 00
» »	Stallone delle vacche con superiore fienile e portico corrispondente . . .	» 684, 00	» 18000, 00
» D	Caseificio con superiori granai e stanze d'abitazione del lattaio	» 396, 00	» 15000, 00
» »	Baste a porcili con superiore cascinello e portico corrispondente	» 287, 00	» 5500, 00
» E	Portici a servizio dell'aja, e per deposito del fieno ed attrezzi	» 506, 00	» 7000, 00
» »	Portici dell'essicatoio e trebbiatrice, esclusi però i meccanismi, il cui acquisto non è a carico del proprietario. . .	» 175, 00	» 2000, 00
» F	Scuderia ed annessi, con superiore fienile e stanza d'abitazione del cavallante .	» 212, 00	» 6300, 00
	Sommano . .	M² 3705, 00	L. 103800, 00
	A cui si aggiunge:		
	Costo dell'aja in cemento della superficie di m² 1800.		» 2700, 00
	Ghiacciaja		» 700, 00
	Muri di cinta a chiudimento del circondario del cascinale dello sviluppo di metri lineari 460 . .		» 5000, 00
	Pozzi, trombe, guado, ed abbeveratoio		» 1500, 00
	Totale costo di costruzione		L. 113700, 00

Anche l'impianto di una pila e molino non formò oggetto della costruzione in discorso, poichè questa possessione è priva di forza d'acqua, di cui invece è abbondantemente fornito il predetto tenimento di Villamaggiore, che ne usa appunto per animare un perfezionato opificio di tal genere. Di questo quindi potrà approfittare convenientemente anche il nuovo cascinale, procurandosi altresì l'illuminazione elettrica, che fra poco sarà attivata a servizio del surripetuto tenimento.

La località su cui viene eretto il fabbricato non corrisponde precisamente al centro della possessione, sebbene si scosti poco da esso, e ciò per diverse ragioni. In primo luogo per collocare il cascinale nella posizione più elevata, e quindi più salubre, e poscia per tenerlo prossimo alla stazione ferroviaria ed alla strada comunale; un altro motivo che consigliò la prescelta località, fu la vicinanza di essa ai prati marcitori, per poter utilizzare su questi gli scoli delle corti, sempre ricchi di materie fertilizzanti.

L'orientazione del cascinale è lievemente obliqua alla direzione di tramontana a mezzogiorno, e ciò per non farlo troppo divergere dall'andamento delle strade circostanti, di cui una è comunale; in base poi alle pratiche osservazioni si può anche ammettere che tale piccola inclinazione, nel mentre conserva sempre una sufficiente ventilazione, ed una temperatura non troppo alta nelle stalle, impedisce la forte umidità, ed i miasmi che facilmente si sviluppano verso tramontana, quando i lati maggiori delle stalle sono esposti perfettamente a Nord e Sud.

Nel nostro caso però si ebbe riguardo di costrurre un porticato lungo la parete delle stalle che più si avvicina all'esposizione di mezzogiorno, onde difenderla dai raggi solari, ed una tettoja di sporgenza m. 3, 50 verso il lato di tramontana, la quale riesce anche molto utile per difendere dalle intemperie i prodotti e gli utensili rurali.

La distribuzione dei varii corpi di fabbrica venne stabilita col criterio di conciliare i bisogni dell'azienda agricola, che richiede un comodo e rapido disbrigo dei lavori ad essa attinenti sotto una continua e facile sorveglianza, colle esigenze dell' igiene e della previdenza pei casi d' incendio; a tal uopo si ebbe cura di riunire i varii enti del cascinale entro un unico circuito racchiudente uno spazioso cortile, tenendoli però convenientemente fra loro staccati.

L' ampiezza dei locali d' abitazione venne fissato in modo da procurare al fittabile ed ai coloni una casa comoda e salubre,

perchè ciò contribuisce a mantenere forza ed energia a coloro che vi abitano. Anche alle stalle si assegnarono dimensioni tali da fornirle di abbondante luce e ventilazione per non esporre il bestiame a contrarre facilmente malattie da renderlo incapace ai diversi servizi allo stesso assegnati.

La parte ornamentale è stata completamente esclusa in questo progetto, perchè ciò non s'addice alle costruzioni rurali, nelle quali deve predominare la semplicità, ed un ben studiato ed armonico collegamento dei singoli edificii, a norma della loro destinazione.

Ciò premesso, si passa all'esame dei varii corpi di fabbrica componenti il cascinale e rappresentati nelle unite Tavole 29, 30, 31, 32 e 33.

Caseggiato del fittabile. (tav. 29 e 30). — Esso è costituito da un corpo centrale a due piani contenenti i locali d'abitazione del conduttore, e due corpi laterali, pure a due piani, in cui sono collocati i necessari rustici coi superiori granai.

Il caseggiato è totalmente isolato, e quindi a sufficienza arieggiato; il pavimento del piano terreno trovasi elevato sul piano di campagna per difenderlo dall'umidità, i locali sono convenientemente alti, la loro ampiezza è proporzionata all'uso cui sono destinati, e rispondono a certi agi e comodi della vita confacenti alla condizione delle persone che in essi devono abitare.

La sua ubicazione poi permette di dominare tutto il cascinale, e per cui al conduttore riesce facile il sorvegliare tutti i lavori agricoli, ed i diversi accessi alla corte principale ed a quella colonica; è pure in diretta comunicazione coll'attigua ortaglia e giardino.

La costruzione dei granai annessi venne stabilita in modo da prevenire il riscaldamento e la fermentazione dei grani, e perciò essi devono essere asciutti, freschi, e poco illuminati. Si disposero quindi in piano superiore, e con finestre munite di serramenti tali da lasciar luogo ad una leggiera ventilazione, eliminando contemporaneamente la luce, e come è indicato in appresso.

Corpo centrale in piano terreno: Un portichetto d'accesso, da cui si può anche esercitare la sorveglianza del cascinale; atrio che disimpegna i singoli locali del caseggiato; ampia cucina, da cui si passa nel sito da lavandino, il quale comunica col locale ad uso dispensa; passaggio tra la cucina e la lavanderia; sala da pranzo attigua alla cucina; corritojo di comunicazione tra l'atrio e l'ortaglia; scala pei superiori con sottoposta scala di can-

tina; sala grande da servire in caso di riunioni e comunicante coll'atrio; studio del conduttore a cui si accede tanto dall' atrio quanto dal portichetto.

Corpo laterale a destra: Scala di esclusivo accesso ai granai; arsenale ad uso del fittabile e serviente anche pei lavori da falegname; cucina pei contadini non salariati, legnaiuoli, ed altri giornalieri.

Corpo laterale a sinistra; Scala di esclusivo accesso ai granai; lavanderia, rimessa, pompa a servizio del caseggiato del fittabile e per alimentare l'abbeveratoio dei cavalli.

Corpo centrale in primo piano: Scala d'accesso e sito di latrina; sei stanze da letto di varie dimensioni, e disimpegnate da opportuni corritoi.

Corpi laterali: Due spaziosi granai, cadauno con pavimento di cemento in gettata, sottotetto intavellato, finestre con ante d' oscuro e rete metallica, pareti con una fascia in cemento lisciata, onde menomare i danni causati dai topi.

Sotterranei: Due cantine sottoposte ai locali terreni, e di cui una ampia per le botti, ed un'altra più ristretta per le bottiglie.

Caseggiato colonico (tav. 31). — Il concetto che servì di guida alla costruzione di questo caseggiato fu di erigerlo in aderenza alla corte del fittabile, ma disaggregato da questa, ed in modo da formare un corpo di fabbrica affatto distinto colla propria corte racchiusa da muri e contenente i pollai, ed altri servizi annessi. Con ciò il colono è comodamente provvisto di tutti i servizi che gli occorrono, ed il rimanente cascinale resta maggiormente libero.

L'unico ingresso al caseggiato si ha dalla corte principale, e la sua ubicazione permette al conduttore di sorvegliarlo facilmente durante il giorno; di notte poi, essendo il cascinale tutto cintato, resta impedita la sortita ad ogni colono. In tal modo riescono difficili i trafugamenti ed i rapporti dei coloni con persone estranee; la vicinanza poi di detto caseggiato colonico all'aia ed alle stalle rende più spediti ed economici i lavori che in esse si compiono.

Ogni casa consta di una cucina terrena con ingresso dalla corte colonica, ed una stanza superiore a cui si accede mediante una scala di legno interna, sicchè cadaun colono viene a possedere un' abitazione affatto indipendente.

Come scorgesi dalla Tavola 31, l'ampiezza ed altezza dei locali sono tali che, insieme alle numerose finestre di cui sono provvisti, non lasciano certo difetto di luce ed aria.

Ogni casa può disporre di un pollaio, con superiore cascinello per deposito della legna ed altri utensili; in uso comune poi sonvi due latrine ed un porticato contenente le fornelle pel bucato, il forno per la cottura del pane, ed il pozzo d'acqua potabile.

STALLE DEI BUOI, DELLE VACCHE, ED ANNESSI. (Tav. 32) — L'esposizione delle stalle riesce lievemente inclinata alla direzione da tramontana a mezzogiorno pei motivi già esposti nelle considerazioni generali, e ad esse corrisponde un porticato lungo il lato verso mezzogiorno, il quale, oltre a preservarle da un eccessivo calore serve anche per deposito delle erbe ed attrezzi agricoli; a quest'ultimo uso si presta pure una tettoia sporgente m. 3, 50 in corrispondenza al lato di tramontana.

La loro ubicazione venne scelta di fronte alla casa del fittabile, per cui questi ad ogni momento può vigilare il personale addetto al governo del bestiame; lo stallone delle vacche fu poi collocato in vicinanza al caseificio, onde rendere più comodo e sollecito il trasporto del latte.

Le dimensioni assegnate alle stalle sono: alla corsia centrale m. 2,60, alle lettiere laterali m. 2,65 compresa la parte occupata dalla mangiatoia, e m. 0,25 ai rialetti di scolo delle orine, e quindi una larghezza complessiva di m. 8,40, con un'altezza dal pavimento al soffitto di m. 3,40. La lunghezza interna dello stallone capace di contenere 80 vacche, è di m. 45,30, e da cui deducendo m. 2,40 per il passaggio trasversale di fronte alle aperture d'ingresso, ne risulta uno spazio disponibile di m. 1,07 per ogni vacca; la stalla dei buoi per 12 capi è lunga m. 9,60, e quindi corrispondente a m. 1,60 per ogni posto.

Questa stalla comprende anche un riparto serviente pel ricovero delle donne nella stagione jemale e separato mediante un grigliato di cotto, il quale permette il passaggio del calore proveniente da detta stalla; a questo riparto si può accedere senza attraversare la corte del fittabile, comunicando direttamente colla corte colonica.

E constatato dalla pratica che le colonne, a sostegno del soffitto nelle stalle dei bovini, riescono d'inciampo al libero loro movimento, procurando spesso grave danno alla salute degli stessi con urti difficilmente evitabili. In conseguenza di ciò venne adottato per queste stalle un soffitto costituito da voltini di mattoni forati di larghezza m. 1,00, e sostenuti da travi di ferro incastrate nei muri alle loro estremità senz'altro appoggio inter-

medio. Questo sistema presenta pure degli altri vantaggi eminenti, perchè elimina interamente il pericolo degli incendi, e rende possibile di collocare il fienile superiormente alle stalle senza danneggiare il foraggio coi miasmi che sempre esalano attraverso i softitti di legname.

Un'altro importante dettaglio da curare nella costruzione d'una stalla è rappresentato dalle finestre, le quali devono essere molto ampie onde ottenere una grande areazione durante l'estate, e possedere dei serramenti solidi, e contemporaneamente di facile maneggio. Il disegno di tali serramenti per le finestre lungo i muri longitudinali appare nella Tav. 33, ed essi sono costituiti da un antone di legno in due scomparti, di cui quello superiore fisso in muro ed apribile a ribalta, e l'altro mobile.

Durante l'inverno tutte le finestre restano chiuse, e la stalla allora viene illuminata mediante piccole aperture intermedie munite di un telaio in ferro con lastre di vetro, e nell'estate lo scomparto superiore di tali antoni si assicura in una posizione orizzontale mediante una mensola e tirante di ferro, e lo scomparto mobile inferiore viene adagiato sul primo, evitando così il trasporto degli stessi in altra località, che cagiona sempre non lieve scapito alla loro conservazione. Quattro finestre sussistono pure nei muri estremi dello stallone, le quali sono munite di antine a vetri, e sussidiano le altre per procurare maggior luce ed aria.

A rinnovare e purificare l'aria durante l'inverno servono degli opportuni sfiatatoi formati da tubi d'argilla con torrini sovrastanti il tetto. In primavera ed autunno la temperatura delle stalle viene regolata aprendo e chiudendo, in date ore della giornata, parte o tutti i serramenti indicati, a seconda del caso.

Per accedere allo stallone delle vacche sonvi quattro aperture di porta, di cui due situate nel mezzo dei lati longitudinali, e le altre nei muri trasversali, le quali, per la loro ubicazione, facilitano anche il salvataggio delle vacche nei casi d'incendio del sovrastante fienile.

Lo smaltimento delle orine viene effettuato per mezzo di appositi tombini, che le portano nelle attigue concimaie, ed a rendere maggiormente pulito il pavimento, specialmente in vicinanza ai rialetti, servirà un corso d'acqua che lambe il cascinale, e che, mediante opportuna tombinatura, e col concorso di diverse paratoie, potrà essere diretta e rialzata nei rialetti e quindi scaricata in altra direzione.

Le menzionate concimaje furono poste in una località staccata dai locali d'abitazione e del caseificio, avendo però cura di tenerle vicine alle stalle come luogo di produzione del letame.

Esse hanno le pareti di muro, ed il fondo in calcestruzzo allo scopo di renderlo impermeabile, ed evitare così le filtrazioni nel sottosuolo. Fu anche stabilito di mantenerle scoperte perchè generalmente il letame viene tosto trasportato in campagna, ove si dispone in ammassi rivestiti con terra in sommità, onde proteggerlo dall' azione evaporatrice dei raggi solari, e favorire la sua fermentazione.

Nell'intento però d'impedire la facile evaporazione degli scoli ed orine decadenti dalle stalle, le suddette concimaje sono state fornite di una cisterna in cotto per raccogliere tali liquidi, costituendo essi un energico elemento di fertilità. Sulla tav. 29 vedesi; stalla pel ricovero delle donne nella stagione jemale e fienile superiore: stalla per 12 buoi in due campi, con corsia centrale in cotto, due lettiere laterali con pavimento pure di cotto, due rialetti con mattoni in coltello, e mangiatoia di legno = Otto finestre grandi e quattro piccole, soffitto di voltini di cotto fra poutrelles, un'apertura d'accesso = fienile superiore; due anditi scoperti; stallone per 80 vacche in nove campi, con corsia, lettiera, rialetti, mangiatoja e soffitto come sopra. Trentasei finestre grandi, e diciotto piccole lungo i muri longitudinali, ed altre quattro finestre nei muri estremi, quattro aperture d'accesso; — fienile superiore; porticato lungo il lato verso mezzogiorno delle stalle e tettoja sporgente m. 3, 50 a tramontana di dette stalle; due concimaje scoperte a servizio di tali stalle, recinte in cotto, e fondo di calcestruzzo; corte delle concimaje, sotto cui trovansi i tombini che scaricano le orine in dette concimaje.

Caseificio ed annessi. (tav. 32) — Nello studio del progetto di questo edificio si ebbe di mira di realizzare le seguenti condizioni:

I locali componenti il caseificio e servizi annessi devono formare un corpo a sè, perchè nella generalità dei casi il fittabile cede l'esercizio di esso ad un lattaio, il quale quindi, nel disimpegno delle sue attribuzioni, ha diritto di rimanere affatto indipendente dal primo, ed in considerazione di ciò all' edificio fu aggregato l'abitazione del lattaio stesso, a cui va annesso anche un attiguo orto.

È richiesto però che tali locali siano collegati al cascinale,

e situati in prossimità tanto allo stallone delle vacche per rendere più facile e spedito il trasporto del latte, quanto alla casa del fittabile per controllare la misura del latte.

Il buon esito della produzione del formaggio dipende molto dalla mite temperatura in cui devesi costantemente mantenere il caseificio, ed a conseguire ciò, la latteria o camerino del latte venne isolato mediante una corritoia all'ingiro di esso, e nella camera del sale e casera del formaggio fu stabilito il livello di pavimento a m. 0, 50 sotto il piano della corte; la casera del formaggio resta poi racchiusa fra gli altri ambienti onde maggiormente preservarla dai calori estivi, ed a quest'ufficio serve eziandio un portico posto esternamente alla camera del sale ed al casone.

I locali devono pure presentare un'ampiezza sufficiente ai bisogni dell'azienda, essere ben arieggiati, e specialmente molto puliti, e per raggiungere quest'ultimo scopo è d'uopo fornirli di pavimenti in pietra, asfalto, o cemento, con una marcata pendenza verso il centro onde raccogliere in un pozzetto sottoposto gli scoli delle frequenti lavature da compiersi coll'acqua somministrata da una pompa ivi attigua.

È poi indispensabile staccare i suddetti locali dai letamaj e da altre fonti di miasmi, che potrebbero corrompere l'aria, e riesce opportuno di adottare il soffitto di voltini di cotto e poutrelles per utilizzare come granai gli ambienti ad essi superiori.

La fornella per la fabbricazione del formaggio situata nel casone deve essere provvista di un'opportuna incassatura per lo scarico del fumo, la qual cosa permette di costrurre anche in questo locale il soffitto di voltini come sopra.

Nel recinto del caseificio, ma però separati da un conveniente cortile, sonvi i porcili pei maiali destinati all'allevamento, e le baste in cui si chiudono gli animali d'ingrasso, ed i quali vengono in buona parte alimentati coi cascami di detto caseificio. Allo scopo poi di raccogliere ed utilizzare come ingrasso delle terre le orine decadenti dai suddetti porcili e baste, fu costrutta una cisterna di cotto sottoposta ad un corrispondente portico.

Le aperture delle baste, fra cui è collocato un truogolo di pietra (albio), sono chiuse da un antone di legno girevole attorno ad un'asse, e come risulta dal dettaglio delineato nella tav. 33. Sulla tav. 32 vedonsi: latteria, o camerino del latte, con pavimento di asfalto, soffitto di voltine e poutrelles, otto finestre, due aperture d'accesso, ripiani di cotto lungo le pareti, su cui collocare le bacinelle per deposito del latte; corritoia all'ingiro della lat-

teria, e per isolamento della stessa, con pavimento e soffitto come sopra, nove finestre, due aperture d'accesso; casone con pavimento di pietra. soffitto pure come sopra, tre finestre, due aperture d'accesso, fornella incassata nel suolo contenente la caldaia per la cottura del latte, tavola di pietra per lo scolo del formaggio, tinozzo internato nel pavimento per raccogliere il siero, zangola per la formazione del burro, ed altri utensili inerenti; casirola, o camera del sale, con pavimento in cemento, soffitto come sopra, quattro finestre, due aperture d'accesso, salatori di cemento sostenuti da pilastrini in cotto all'ingiro delle pareti; portichetto che serve tanto per isolamento dei locali corrispondenti, quanto per deporre e lavare in esso gli utensili diversi a servizio del casone; casera del formaggio con attiguo passaggio per comunicazione con'altra casera succursale, ed aventi il pavimento di pietra, soffitto di voltini e poutrelles, tre finestre, due aperture d'accesso, scaffali di legno all'ingiro delle pareti; pel deposito del formaggio; scala con gradini di pietra per accedere ai granai; cucina del lattaio con scala interna pei superiori.

Granai superiori formati come quelli suddescritti. Due stanze superiori per abitazione del lattaio.

Corte delle baste, con pompa idraulica a servizio del caseificio, quattro baste per maiali d'ingrasso, cadauna con pavimento di cotto in coltello, sterno di legno, una finestra, una apertura d'accesso, altra apertura a cui corrisponde il truogolo (albio) di pietra, e chiusa da antone di legno come alla Tav. 33, sei porcili per maiali d'allevamento, con pavimento e sterno come sopra, una finestra, un'apertura di accesso.

Cascinello superiore ai detti porcili e baste, e serviente anche per il giro dell'aria nelle stesse, Portichetto corrispondente ai surripetuti porcili e baste, e con sottoposta cisterna in cui decadono le orine, due albj di pietra pei maiali d'allevamento, Due latrine a servizio del lattaio, e del personale addetto al caseificio. Orto a servizio del lattaio.

Portici d'aia ed altri servizi annessi. — In aderenza all'aia, ed in posizione da ottenere una facile sorveglianza, furono collocati undici campate di portico totalmente isolate, essendo frapposte a due corti, e riescendo staccate dai laterali corpi di fabbrica.

Sette di dette campate sono di sussidio all'aia per collocarvi i cereali da essicare, ed in seguito possono anche servire come deposito delle stramaglie per la lettiera del bestiame; sotto altre due campate si mettono al coperto gli attrezzi rurali, e le rima-

nenti sono destinate per ripararvi i fieni che non possono essere contenuti nei fienili superiori alle stalle.

Accadendo spesso che le prolungate pioggie autunnali impediscono di essicare i cereali sull'aia, è utilissimo che un cascinale possegga un essicatoio con cui compiere l'essicazione artificialmente. Anche l'uso della trebbiatrice è indispensabile per una grande azienda agricola, e quindi nel cortile posteriore ai portici dell'aia sono erette altre quattro campate di portico, di cui tre servono per l'impianto dell'essicatoio e trebbiatrice, e l'altra pel momentaneo deposito dei cereali.

I suddetti meccanismi poi, da somministrarsi dal conduttore, funzioneranno mediante una macchina a vapore, poichè, come si disse, questa possessione è priva di forza d'acqua. Nello stesso cortile poi venne costrutta una ghiacciaia con accesso da un andito scoperto aderente al caseificio, pel quale deve servire.

SCUDERIA ED ANNESSI. — Atteso le molte e continue cure che esigono i cavalli, ed i frequenti accidenti a cui sono esposti, si ritenne conveniente di erigere la scuderia per N. 12 cavalli a poca distanza dalla casa del fittabile, aggregando ad essa anche l'abitazione del cavallante, e tenendo disgiunta questa dalla prima per mezzo di un locale ad uso selleria, e deposito della biada.

La scuderia è a due lettiere, ciascuna di larghezza m. 2,75 compreso lo spazio corrispondente alla mangiatoia, ed ha una corsia centrale di m. 2,70, ed i rialetti di m. 0,25, e quindi una larghezza complessiva di m. 8,70. La sua lunghezza di m. 10,50 comprende sette posti su di un lato e cinque sull'altro, cadauno di m. 1,50, con un'altezza dal pavimento al soffitto di m. 3,50.

Siccome nelle scuderie gli appoggi intermedi a sostegno del soffitto, oltre non riescire d'ostacolo, sono anzi richiesti per assicurare ad essi i battifianchi, così, invece dei voltini di cotto fra poutrelles, si preferì di coprire questa scuderia con un soffitto formato da tavelloni su travature di legno, ed il tutto sostenuto da tre poutrelles poggianti su sei colonne di ghisa. Con questo sistema si riesce egualmente, col mezzo dei tavelloni, a prevenire il pericolo d'incendio, ed impedire che i miasmi s'innalzino nel superiore fienile, e si ottiene altresì una ragguardevole economia.

La scuderia è poi provvista degli opportuni sfiatatoi, e delle occorrenti finestre con serramenti formati da griglie ed antini a vetri, onde regolare convenientemente l'aereazione e la luce, a norma della stagione.

L'abbeveraggio dei cavalli si effettua per mezzo di una pompa ed avello posto lateralmente all'attiguo caseggiato del fittabile.

Esternamente ed aderente ad un lato della scuderia trovasi la concimaia costituita in tutto come quelle già descritte, ed in cui si riversa il letame direttamente dalla scuderia stessa mediante un piccolo foro nel muro. che viene tosto chiuso appena compiuta l'operazione, e ciò onde impedire l'ingresso di ogni esalazione nell'interno; in detta concimaia si scaricano pure le orine raccolte nei due rialetti.

A facilitare poi la discesa del foraggio nella scuderia serve una bussola che si eleva sino al superiore fienile.

Racchiusa fra muri di cinta e la suddetta scuderia trovasi una corte, nella quale il conduttore può con sicurezza depositare la legna, ed altri oggetti facilmente trafugabili; in essa può essere pure custodita la polleria dello stesso conduttore, ed a tal scopo sonvi anche due pollai addossati alla casa del cavallante, e comunicanti colla corte stessa. Vedonsi sulla tavola: Cucina pel cavallante e stanza superiore corrispondente; locale ad uso selleria, e per deposito della biada = fienile superiore; scuderia per 12 cavalli con corsia centrale in cotto, due lettiere laterali con fondo in selciato, due rialetti di pietra, e mangiatoia di pietra con rastrelliera di legno. nove finestre con antini a vetri e gelosie, un'apertura d'accesso, soffitto di tavelloni e travature di legno, con sostegno costituito da tre poutrelles e sei colonne di ghisa, bussola pel fieno con rivestimento d'assi = fienile superiore; concimaia scoperta a servizio della scuderia, come le suddescritte; corte della legna circondata a tre lati da muri di cinta, ed al quarto vi corrisponde la suddetta scuderia e locali annessi; due pollai a servizio del fittabile.

Aia e corte del fittabile. — Frammezzo al cascinale si è collocata la corte del fittabile, e nel centro di essa l'aia per l'essicazione dei grani.

La loro unione non solo avvantaggia la ventilazione occorrente aisingoli corpi di fabbrica formando un'estesa superficie libera, ma rende più facile e continua la vigilanza ai lavori di essicamento.

Allo scopo poi di ottenere questi più spediti e perfetti, il pavimento sarà costrutto in cemento lisciato con sottofondo di calcestruzzo. Vedonsi sulla tavola: Aia della superficie di m. q. 1800, e divisa in due quadri da un viale carreggiabile; ha il fondo in cemento debitamente inclinato verso le cunette in selciato da cui è circondata, nelle quali si raccolgono i coli di essa; corte del

fittabile e viali all' ingiro dell' aia con fondo di ghiaia, ed i suoi scoli si dirigono nelle menzionate cunette, e poscia, con apposite tombinature e cavi, vengono trasmessi, ed utilizzati sugli attigui prati marcitori.

Orti colonici: Esternamente al lato del cascinale verso levante una lista di terreno verrà utilizzata per ripartirvi 15 orti da assegnarsi ai singoli coloni ed al cavallante. La superficie di cadauno di essi risulta di circa m. q. 500, ed il loro accesso succederà appena al di fuori del cascinale, ed in prossimità al caseggiato colonico.

Guado ed abbeveratoio. (Tav. 29): Onde impedire che le bestie bovine attraversino la corte principale per recarsi al guado, questo fu situato poco al disotto del cascinale, e ad esso si perviene passando nel cortile delle concimaie.

In tale guado scorre un corso d'acqua d'irrigazione in cui le bestie hanno il mezzo di rinfrescarsi, e tenere le gambe sommerse. Per abbeverarle poi servirà l'acqua potabile da innalzarsi mediante pompa idraulica, evitando così il grave inconveniente che il bestiame usi od acqua inquinata, od acqua troppo fredda, sempre dannosa alla sua salute.

Il guado ha il fondo in mattoni, e l' abbeveratoio corrispondente è di cemento.

Nello studio del progetto di cascinale si ebbe cura di applicare i precetti, ed i più recenti miglioramenti introdotti in quest'importante ramo d' architettura, e seguiti dai più distinti agronomi.

Precipuo scopo fu di provvedere nel modo più vantaggioso a tutte le esigenze dei molteplici e svariati servizi agricoli, senza scostarsi da una saggia ed illuminata economia, che deve sempre presiedere nelle spese di costruzione degli edifici rurali.

Milano, 23 Aprile 1898.

Ing. CARLO ROBECCHI.

NOTA

SULL' AZIONE DEI MEMBRI MOBILI DEL MANOVELLISMO

SUL MEMBRO FISSO.

(Vedi Tavola 34).

Scopo di questa breve nota è di determinare l' azione delle masse mobili di un manovellismo di spinta rotativa, sul membro fisso della sua catena cinematica che costituisce il castello della macchina. Ciò interessa tanto la teoria quanto la pratica, la quale tende audacemente ad aumentare anche le velocità dei pesanti manovellismi di potenti motrici a vapore. Terremo conto non solo dell' azione d' inerzia, ma ben anco del semplice peso di queste grandi masse mobili.

§ 1.

La fig. 1 (Tav. 34) dà lo schizzo di un manovellismo il cui asse x è per maggior generalità inclinato all'angolo γ sull'orizzonte. Il senso di rotazione è indicato dalla freccia e gli angoli α di rotazione della manovella sono contati dal punto morto esterno.

Allora colle solite buone approssimazioni la velocità v e l'accelerazione p della massa a moto alternato si scrivono rispettivamente:

$$v = r\,\omega\left(\text{sen}\,\alpha - \frac{\mu}{2}\,\text{sen}\,2\,\alpha\right)$$

$$p = r\,\omega^2\,(\cos\alpha - \mu\cos 2\,\alpha)$$

dove $\mu = \frac{r}{l}$ è il rapporto tra le lunghezze $r = AB$ della manovella e $l = BC$ della biella.

Le velocità componenti nella direzione degli assi Ax Ay, di un punto qualunque Q della biella a distanza z da C sono:

$$\frac{dx}{dt} = r\,\omega \operatorname{sen}\alpha - (l - z)\,\mu^2\,\omega \operatorname{sen}\alpha \cos\alpha$$

$$\frac{dy}{dt} = z\,\mu\,\omega \cos\alpha$$

e quindi colla consueta approssimazione le accelerazioni componenti sono:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = r\,\omega^2 \cos\alpha$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} = -\,z\,\mu\,\omega^2 \operatorname{sen}\alpha$$

Se quindi indichiamo con R_x ed R_y le pressioni risultanti delle masse secondo gli assi Ax ed Ay

con M_1 la massa a moto alternato del membro pattino e con P_1 il suo peso
» M_2 » del membro biella » » P_2 » »
» M_3 » a moto rotatorio del membro manovella » » P_3 » »
otteniamo:

$$\left.\begin{aligned} -R_x &= r\,\frac{\omega^2}{g}\left\{\left(P_1 + P_2 + \frac{P_3}{2}\right)\cos\alpha - \mu\,P_1\cos 2\alpha\right\} \\ R_y &= \frac{r}{2}\,\frac{\omega^2}{g}\,(P_2 + P_3)\operatorname{sen}\alpha \end{aligned}\right\} \qquad (1)$$

dove la parte eccentrica della manovella è considerata quale piastra eccentrica con centro di gravità a distanza $\frac{r}{2}$ dall'asse di rotazione.

Ciò premesso determiniamo i momenti delle diverse forze d'inerzia, rispetto all'asse di possibile ribaltamento del membro fisso, il quale asse supponiamo per O e parallelo all'asse motore.

Il senso positivo dei momenti essendo dato dalla freccia 2, si ricava:

1.° il momento dell'inerzia delle masse a moto alternato è:

$$M_1\,r\,\omega^2\,(\cos\alpha - \mu\cos 2\alpha)\,b$$

2.° il momento dell'inerzia della biella risulta dalla somma dei momenti delle componenti in direzione degli assi. Essi sono il primo:

$$\Sigma\,m\,r\,\omega^2\cos\alpha\,(b + z\operatorname{sen}\varphi) = M_2\,r\,\omega^2\cos\alpha\left(b + \frac{r}{2}\operatorname{sen}\alpha\right)$$

qualora si supponga il centro di gravità della biella nel punto medio del suo asse. Ed il secondo:

$$\Sigma m z \mu \omega^2 \operatorname{sen} \alpha \left\{ (l - z) \cos \varphi - r \cos \alpha - a \right\} =$$

$$= M_2 \omega^2 \operatorname{sen} \alpha \frac{r}{2} \left(\frac{l}{3} - a \right) - M_2 \frac{r^2 \omega^2}{2} \operatorname{sen} \alpha \cos \alpha$$

qualora si ponga $\cos \varphi = 1$, il che costituisce una buona approssimazione quando μ non sia maggiore di $^1/_5$ come generalmente avviene.

3.° il momento della forza centrifuga della manovella è:

$$M_3 \frac{r}{2} \omega^2 (b \cos \alpha - a \operatorname{sen} \alpha).$$

Oltre questi momenti bisogna considerare quelli dei pesi delle masse mobili, poichè non si può trascurarli nei manovellismi pesanti.

Essi sono:

4.° il momento di P_1 che si scrive:

$$P_1 \left\{ r \cos \gamma \cos \alpha - (l + s_1) \cos \gamma + c \right\}$$

5.° il momento di P_2:

$$P_2 \left\{ \frac{r}{2} \operatorname{sen} \gamma \operatorname{sen} \alpha + r \cos \gamma \cos \alpha - \frac{l}{2} \cos \gamma + c \right\}$$

6.° il momento di P_3:

$$P_3 \left\{ c + \frac{r}{2} \cos \alpha \cos \gamma + \frac{r}{2} \operatorname{sen} \alpha \operatorname{sen} \gamma \right\}$$

Sommando questi momenti ed indicando con M il momento totale si ottiene dopo qualche trasformazione, e qualora si ponga:

$$\left.\begin{aligned}
A &= \frac{r}{2} \left\{ P_2 \frac{\omega^2}{g} \frac{l}{3} + (P_2 + P_3) \left(\operatorname{sen} \gamma - \frac{\omega^2}{g} a \right) \right\} = \text{costante} \\
B &= r \left(P_1 + P_2 + \frac{P_3}{2} \right) \left(\frac{\omega^2}{g} b + \cos \gamma \right) = \text{cost.} \\
C &= P_1 r \frac{\omega^2}{g} \mu b = \text{cost.} \\
D &= c (P_1 + P_2 + P_3) - \cos \gamma \left\{ P_1 (l + s_1) + P_2 \frac{l}{2} \right\} = \text{cost.}
\end{aligned}\right\} \quad (2)$$

$$M = A \operatorname{sen} \alpha + B \cos \alpha - C \cos 2 \alpha + D \qquad (3)$$

Questo è il momento che le masse mobili provocano attorno all' asse o in funzione di α, ossia per ogni posizione del manovellismo.

I valori massimo e minimo di M corrispondono ai valori di α che annullano la derivata di (3) che si scrive:

$$B \tan \alpha - 4\,C \operatorname{sen} \alpha = A \qquad (4)$$

La ricerca analitica delle radici di (4) conduce ad una equazione del quarto grado, ma possiamo ovviarla risolvendola graficamente nel seguente modo. Calcolate in grandezza e segno le costanti A B C D, condotto (vedi fig. 2), il cerchio di raggio 4 C, e le due verticali I e II a distanza $\pm$ B dal diametro verticale, si determina colla massima facilità e prontezza quali sieno i valori di α che danno il massimo od il minimo del momento M. Se ad esempio le quattro costanti fossero tutte positive, basterà portare A in Q R e determinare (il che è facilissimo) il vettore O P in modo che S H (distanza di S da O R) sia eguale a P Q. L'angolo α_1 rappresenta uno dei valori di α che si cerca. In questo caso la relazione (4) non può essere soddisfatta che da un altro valore reale di α che si trova nel terzo quadrante, e si determina in α_2 prendendo U Z $=$ A e conducendo il vettore O V tale che K T $=$ Z V.

Se le costanti avessero altri segni i valori di α potrebbero trovarsi negli altri quadranti come vedremo meglio in un esempio.

Il valore di M si lascia altresì calcolare graficamente colla massima facilità. Basta infatti avendo sempre riguardo ai segni delle costanti condurre (vedi fig. 3) i cerchi I e II eguali tra loro; se

$$-OT = OR = B \qquad -OS = OQ = A$$

essi costituiscono il diagramma polare di $A \operatorname{sen} \alpha + B \cos \alpha$.

Quindi per un valore qualsiasi di $\alpha = ROK$ preso l'arco I F eguale al doppio dell'arco I H e condotto F G normale a O K, si ha:

$$GK = A \operatorname{sen} \alpha + B \cos \alpha - C \cos 2\alpha$$

A questo segmento basta aggiungere il segmento costante che rappresenta D e portare la somma sul vettore da O per ottenere il diagramma polare di M su O.

È più conveniente però di portare il segmento che rappresenta M quale ordinata del diagramma ortogonale che ha per ascissa lo sviluppo di α.

Del resto questo diagramma, che rappresenta nel più chiaro modo l'azione delle masse sul fondamento si può ottenere senza bisogno della costruzione ora indicata imperocchè esso è sufficientemente determinato quando si conoscano:

1.° i valori massimo e minimo di M, corrispondenti ai valori di α che soddisfano la (4) e che si determinano come fu detto:

2.° i valori corrispondenti a multipli di 90° che sono:

$$\begin{array}{ll} \text{per } \alpha = 0^\circ & M = \quad B - C + D \\ \text{» } \alpha = 90^\circ & M = \quad A + C + D \\ \text{» } \alpha = 180^\circ & M = - B - C + D \\ \text{» } \alpha = 270^\circ & M = - A + C + D \end{array}$$

3.° i valori di α in cui M si annulla che si ottengono mediante l'ultima costruzione indicata, essendo essi i valori pei quali G K è eguale in lunghezza e contrario in segno al segmento che rappresenta la costante D.

§ 2.

Esempio. — Sia una motrice a vapore orizzontale quindi:

$$\gamma = 0^\circ \qquad a = c \qquad b = d$$

Sono dati in Kg. e metri:

$$a = c = 0,5 \qquad b = d = 0,6 \qquad r = 0,35 \qquad \mu = {}^1/_5 \qquad l = 1,75$$

$$n = 75 \qquad \omega = 7,85 \qquad \frac{\omega^2}{g} = 6,16 \qquad s_1 = 0,6$$

$$P_1 = 300 \qquad P_2 = 110 \qquad P_3 = 85$$

Le costanti diventano in tal caso:

$$A = \frac{r}{2} \left\{ P_2 \frac{\omega^2}{g} \frac{l}{3} - (P_2 + P_3) \frac{\omega^2}{g} a \right\} = -36$$

$$B = r \left(P_1 + P_2 + \frac{P_3}{2} \right) \left(1 + \frac{\omega^2}{g} b \right) = 745$$

$$C = r P_1 \frac{\omega^2}{g} \mu b = 78$$

$$D = c (P_1 + P_2 + P_3) - P_1 (l + s_1) - P_2 \frac{l}{2} = -553.$$

quindi:

$$\begin{array}{lll} \text{per } \alpha = 0^\circ & M = & 114 \text{ Chgm} \\ \text{» } \alpha = 90^\circ & M = - & 511 \text{ »} \\ \text{» } \alpha = 180^\circ & M = - & 1376 \text{ »} \\ \text{» } \alpha = 270^\circ & M = - & 439 \text{ »} \end{array}$$

I massimi positivo e negativo si ottengono colla costruzione indicata come indica la fig. 4 dove:

$$H S = P Q \qquad \text{e} \qquad K T = V Z$$

Ne viene:

per $\alpha_1 = 178°$ $M_1 = -1376,57$ = massimo negativo
» $\alpha_2 = 355° 20'$ $M_2 = 115,71$ = » positivo

Dalla costruzione indicata dalla fig. 3 si rileva che il momento è zero per

$$\alpha = 37° \quad \text{e} \quad \alpha = 315°.$$

il suo diagramma sugli sviluppi di α risulta quindi della forma che indica la fig. 5; i momenti sono in massima parte negativi, locchè proviene dalla posizione di 0 rispetto al peso maggiore P, della massa a moto alternato.

§ 3.

Se la macchina ha parecchi manovellismi sullo stesso albero, come ad esempio la motrice a vapore compound, è molto facile generalizzare a questo caso il risultato ottenuto.

Indichiamo con 1, 2, 3..... le diverse manovelle contate nel senso di rotazione, e con $\beta_1\ \beta_2\ \beta_3$..... rispettivamente gli angoli di cui precedono la prima. Gli angoli di rotazione di questa contati dal punto morto esterno sono gli angoli α onde $\beta_1 = 0°$.

Allora i momenti relativi alle masse dei manovellismi si scrivono secondo la (3):

$$\left.\begin{array}{l} M_1 = A_1 \operatorname{sen}(\alpha + \beta_1) + B_1 \cos(\alpha + \beta_1) - C_1 \cos 2(\alpha + \beta_1) + D_1 \\ M_2 = A_2 \operatorname{sen}(\alpha + \beta_2) + B_2 \cos(\alpha + \beta_2) - C_2 \cos 2(\alpha + \beta_2) + D_2 \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \end{array}\right\} \qquad (5)$$

quindi dopo qualche trasformazione, sommando si ottiene:

$$M = \operatorname{sen}\alpha \left\{ \Sigma A \cos\beta - \Sigma B \operatorname{sen}\beta \right\} + \cos\alpha \left\{ \Sigma A \operatorname{sen}\beta + \Sigma B \cos\beta \right\}$$
$$- \cos 2\alpha\, \Sigma C \cos 2\beta + \operatorname{sen} 2\alpha\, \Sigma C \operatorname{sen} 2\beta + \Sigma D \qquad (6)$$

Questa è anzi l'espressione la più generale del momento M, che dà come caso particolare la (3) quando non vi sia che un manovellismo e quindi un solo angolo β eguale a zero.

Poste le costanti:

$$\left.\begin{array}{r} \Sigma A \cos\beta - \Sigma B \operatorname{sen}\beta = a = \text{cost.} \\ \Sigma A \operatorname{sen}\beta + \Sigma B \cos\beta = b = \text{cost.} \\ \Sigma C \operatorname{sen} 2\beta = c = \text{cost.} \\ -\Sigma C \cos 2\beta = d = \text{cost.} \\ \Sigma D = e = \text{cost.} \end{array}\right\} \qquad (7)$$

facili a calcolarsi quando, come spesso accade, gli angoli β sono multipli di 90°, e le costanti sono eguali per tutti i manovellismi, avremo:

$$M = a \operatorname{sen} \alpha + b \cos \alpha + c \operatorname{sen} 2\alpha + d \cos 2\alpha + e \qquad (8)$$

È agevole calcolare graficamente questo valore.

Infatti si scrive anche:

$$M = \mu + \eta + e$$

se:

$$\left.\begin{aligned} \mu &= a \operatorname{sen} \alpha + b \cos \alpha = f(\alpha) \\ \eta &= c \operatorname{sen} 2\alpha + d \cos 2\alpha = f(2\alpha) \end{aligned}\right\} \qquad (9)$$

Ora il diagramma polare di μ è notoriamente costituito da 2 cerchi, come i cerchi I e II della figura 7. Quello di η risulta da altri 2 cerchi III e IV nelle stesse condizioni. Quindi per un valore qualsiasi di α, il momento M è dato dal vettore μ ad angolo α, più il vettore η ad angolo 2α nel diagramma di η, più il segmento costante e. Così si costruisce facilmente il diagramma di M.

I valori massimo e minimo di M si ottengono per i valori di α che anullano la derivata di (8) ossia che soddisfano la

$$a \cos \alpha - b \operatorname{sen} \alpha = 2d \operatorname{sen} 2\alpha - 2c \cos 2\alpha$$

che scriveremo:

$$m = n$$

Anche qui i due membri hanno diagrammi polari costituiti da due coppie di cerchi, come mostra la fig. 8 ove in lunghezza:

$$OQ = OS = a \qquad OR = OT = b$$
$$OF = OG = 2c \qquad OH = OI = 2d.$$

Centrando in O e basta ricercare su due cerchi di stesso segno l'uno per m l'altro per n punti M ed N equidistanti da O e tali che gli angoli MON e NOP sieno eguali. Ossia l'apertura di compasso deve essere tale che le distanze MN e NP (contate sul suo arco) sieno eguali; α_1 e α_2 sono i valori di α che danno il massimo ed il minimo di M.

Tale determinazione è agevole, centrando sempre in O e variando apportunamente l'apertura di compasso.

La figura mostra il valore di

$$\alpha_1 = P_1 O M_1 = M_1 O N_1 \qquad \text{e} \qquad \text{di } \alpha_2 = P_2 O M_2 = M_2 O N_2.$$

Milano, *Giugno* 1898.

UGO ANCONA.

CAVI TELEGRAFICI SOTTOMARINI.

Conferenza dell' Ing. E. JONA.

(Continuazione vedi pag. 414).

Terminata questa prima parte dell'operazione la nave fa rotta, come dicemmo, per l'altro atterraggio. Se non chè gli ingegneri di posa vogliono profittare di questo viaggio per fare ancora alcuni scandagli sulla rotta; e noi ne profitteremo a nostra volta per istruirci un po' su questo argomento. Sappiamo oramai di quale importanza sia la conoscenza esatta della profondità del mare e della natura del fondo per la nostra industria; il fondo dei vari mari è ora, nelle sue linee generali, altrettanto conosciuto quanto la superficie emersa del nostro globo; gettando lo sguardo sulle carte marine vediamo quale immenso numero di scandagli siano stati presi; è un lavoro colossale, fatto in questi ultimi trent'anni e che ricevette un grande impulso appunto dalla telegrafia sottomarina. Non è che anche prima non si studiasse alquanto questo argomento; ne troviamo già anzi qualche cenno negli autori antichi. Aristotele, ad esempio, parla della varia profondità dei mari, e Possidonio, un secolo avanti Cristo, menziona uno scandaglio di 1000 tese fatto nelle acque sarde. Però in generale lo scandaglio serviva solo pei bisogni della navigazione, e quindi non ricercava le grandi profondità; salvo qualche studio rimasto isolato. Troviamo così nel XV secolo Nicola Cusano, che scandagliava con una sfera galleggiante, mandata a fondo con un peso; toccando il fondo il peso si staccava automaticamente, la sfera rimontava a galla e, dal tempo trascorso, si deduceva la profondità; poi Plucker, Alberti e Hooke che, nel secolo XVII, perfezionarono questo metodo; ed Hales e Desaguliers che univano alla sfera del Cusano uno strumento a pressione, indicante la pressione cui si era arrivati e, per conseguenza, la profondità. Lo scandaglio più in uso era però formato da una sagola di canape, mandata a fondo con un peso di piombo. Questo scandaglio dava qualche buon risultato sino a 4-500 metri di fondo; in fondi maggiori la velocità di caduta diventava piccola, in causa dell'attrito della sagola coll'acqua, a meno di aumentare molto il peso; ciò che conduceva però ad aumentare ancora il diametro della sagola. Questa era poi influenzata dalle correnti marine e non descriveva la perpendicolare dal bordo al fondo. Nei grandi fondi il peso stesso della sagola continuava a trascinarla, anche quando il piombo aveva preso; inoltre il salpamento dello scandaglio era molto faticoso e lento. Nel 1848 la sagola di canape venne perciò sostituita con un filo di ferro; e nel 1870, William Thomson sostituiva al ferro un filo d'acciaio da pianoforte e costruiva una macchinetta che rese l'operazione assai facile e precisa. Il filo generalmente usato, ha $^7/_{10}$ di millimetro di diametro e resiste a 250 Kg. per mm. q.; in modo che, quantunque così sottile, può reggere un quintale.

La macchina a scandaglio di W. Thomson adoperata oramai da tutte le navi telegrafiche ed idrografiche, consta essenzialmente di un tamburo, di costruzione robusta e nello stesso tempo leggera, su cui viene avvolto tutto

Fig. 13. — Macchina a scandaglio per grandi fondi della nave CITTÀ DI MILANO.

il filo necessario allo scandaglio: il tamburo è frenato da un freno a nastro che si può serrare più o meno aggiungendo dei pesi, o mediante una vite; dal tamburo il filo passa in una puleggia, munita di un contatore di giri, ove fa un giro completo; e da questa va in mare passando per un' altra puleggina portata da un braccio fuori bordo (Fig. 13). Il filo d'acciaio porta il piombo da scandaglio, del peso di 15-25 Kg., coll'intermedio di una cor-

dicella di canape lunga 5-6 metri: questo per evitare che il filo d'acciaio tocchi mai il fondo, perchè prenderebbe una vôlta e si spezzerebbe nel salparlo. Allentato il freno, il piombo comincia a scendere; man mano che il filo si svolge, il peso che tende a far girare il tamburo, aumenta del peso del filo; ma si può aumentare anche la ritenuta del freno, aggiungendo di quando in quando un peso e serrando un po' la vite. Si ottiene così uno svolgimento molto regolare. Appena il piombo tocca fondo, la tensione è subito alleggerita del peso del piombo e lo svolgimento si arresta da sè, quasi immediatamente se il tamburo non ha troppa forza viva. Per salpare il filo poi, si ingrana il sistema del tamburo e della puleggia contagiri con un piccolo motore a vapore. La puleggia contagiri ha allora anche un altro ufficio. Racconta il Thomson, colla sincerità e modestia propria dei veri scienziati, che, quando provò la sua prima macchina, nella baia di Biscaglia, in fondi di 5000 metri, dopo avere salpato parecchie centinaia di metri, i quali si venivano avvolgendo direttamente sul tamburo, si accorse che questo diventava ovale ed infine si schiacciò. Ed infatti ogni spira di filo d'acciaio era avvolta con una tensione di 25-30 Kg.; il filo d'acciaio quasi inestensibile; elastico, sommava ad ogni spira le tensioni; dopo qualche centinaio di spire il tamburo non poteva più reggere. Nella macchina modificata la puleggia contagiri, su cui il filo fa un giro completo, salpa essa stessa il filo e lo cede poi con tensione assai piccola, al tamburo raccoglitore. Questa macchina è poi stata modificata in mille modi: alcune hanno anche un dinamometro che misura la tensione del filo, permettendo di riconoscere, dal subito diminuire della tensione, l'istante preciso in cui si tocca fondo; in altre il peso del piombo tiene abbassato un freno a nastro; quando il peso è al fondo, il freno si innalza ed arresta subito lo svolgimento. Macchine anche più complicate, con avvolgitore automatico di filo, oliatori del filo, ecc. sono state immaginate da altri e, per es. dal nostro ammiraglio Magnaghi, per le navi idrografiche della R. Marina italiana.

La velocità con cui si può fare uno scandaglio dipende dal peso; con un peso di circa 15 Kg. si può fare uno scandaglio di 2000 metri in 18 minuti, e di 4000 metri in 40 minuti. Per accelerare ancora, nei grandi fondi si mette un peso supplementare, posto in modo, che, appena si tocca fondo esso si distacchi dall'altro e cada sul fondo stesso; di modo che anche il salpamento possa essere molto rapido. Alcuni di questi piombi da scandaglio sono anche costrutti in modo da portare a bordo un campione del fondo. Basti accennarli, perchè la loro descrizione ci trascinerebbe troppo lontano.

Le navi telegrafiche fanno i loro scandagli ogni 8-10 miglia; od anche più spesso in fondi accidentati; e li fanno generalmente lungo una linea a zig-zag, i cui vertici sono a 7-8 miglia dal tracciato del cavo. In questo modo è più facile accorgersi della esistenza di grandi irregolarità. Così negli studi preparatori alla posa del cavo delle Canarie, si potè scoprire un banco di sole 50 braccia, alzantesi a precipizio dal fondo dell'Atlantico, ad un'altezza eguale a quella del Picco di Teneriffa dal livello del mare; la nave *Dacia* in uno scandaglio trovò il fondo a 550 braccia; poi lo scandaglio

sdrucciolò lungo una china sino a 620 braccia; vi si fermò un istante, per isdrucciolare ancora ad 850 braccia. La nave *Seine* trovò 100 braccia, vicino a fondi di 2400 braccia, sul tracciato del cavo Lisbona Madera. In fondi così irregolari i cavi resterebbero sospesi su qualche avvallamento e si romperebbero ben presto. È perciò necessario fare una accurata campagna di scandagli, prima di posare un cavo.

Naturalmente mentre si scandaglia la nave deve essere ferma; ciò richiede molto tempo; il Siemens si domandò se non sarebbe possibile costruire uno strumento che, posto a bordo di una nave, anche in moto, indicasse senz'altro la profondità. La densità media della crosta terrestre essendo circa 2,76 e quella dell'acqua di mare invece 1,02, ci deve essere notevole diminuzione di attrazione, quando una gran massa di terra è sostituita da una di acqua; per una profondità di 2000 metri la gravitazione diminuirebbe di circa $^1/_{3000}$. Partendo da questo fatto egli costrusse il suo batometro, nel quale il peso di una colonna di mercurio è equilibrato da molle, di cui si misura l'allungamento. È uno strumento molto ingegnoso, chè è utile ricordare; quantunque non dia in pratica risultati abbastanza sicuri; poichè, prescindendo da altre cause di errore, esso misura come una media del fondo di una certa regione, la cui estensione aumenta colla profondità.

Ma se per l'ingegnere di posa basta conoscere la profondità del mare e la natura del fondo, l'ingegnere elettricista vuole sapere anche la temperatura del fondo; poichè essa ha una grande influenza sui valori delle costanti elettriche del cavo. Intanto l'isolamento della guttaperca cresce in ragione diretta della pressione; ed in 3500 metri di fondo, l'isolamento sarebbe, per questa sola ragione, più che duplicato; ma la temperatura ha una influenza più notevole, e che si fa sentire anche sulla resistenza del conduttore; e perciò viene pure essa studiata durante la campagna di scandagli, mandando appositi termometri in fondo al mare. Era opinione comune, fino ad una trentina d'anni fa, che la temperatura del fondo, in ogni mare profondo, fosse di circa 4° C.; e questa opinione proveniva dalla credenza che l'acqua del mare, come l'acqua dolce avesse la sua massima densità a circa 4° C. È noto ora invece che essa continua a contrarsi sino al punto di congelamento a circa 2°,5 sotto zero. Nel 1868 si era trovato però, nel fondo dell'Oceano Indiano, con un termometro a massima e a minima di Six, una temperatura di — 0,4 C.; ma si credette fosse un errore di strumento. I termometri di Six allora usati, a così alte pressioni, di 400-500 atmosfere, si rompevano facilmente, ed inoltre il loro bulbo contraendosi, falsava le indicazioni. Nel 1869 il prof. Miller suggerì al Casella di Londra, di racchiudere il bulbo termometrico entro un altro bulbo concentrico, per sottrarlo alla pressione; e così si ebbe un primo tipo di termometro di fondo sicuro. Ma questo termometro dà il massimo ed il minimo; ora non è detto che il minimo sia proprio la temperatura del fondo. Si immaginarono perciò altri tipi di termometri, e, ad esempio, il nostro ammiraglio Magnaghi fa costrurre dal Negretti e Zambra di Londra, un termometro che dà la vera temperatura del fondo. Il termometro Magnaghi è un termometro a mercurio

che, superiormente al bulbo, ha un rigonfiamento munito di una strozzatura; esso si manda in fondo al mare, in un astuccio metallico speciale, col bulbo in basso; raggiunto il fondo lo si lascia qualche poco per prenderne la temperatura; poi lo si salpa. L'operazione del salpamento mette in moto una piccola elica, fissata all'astuccio metallico; quest'elica, girando, libera un arresto, che teneva il termometro in questa posizione, col bulbo in basso; il termometro allora si capovolge, portando il bulbo in alto; e questa rotazione è così violenta, che la colonna di mercurio si rompe alla strozzatura. Giunto a bordo, si legge la lunghezza della colonna rimasta nel tubo, e se ne deduce la temperatura del fondo.

Termometri elettrici vennero immaginati dal Siemens; il Neumayer ed il Michaelis immaginarono termometri registratori; e, con questi mezzi, si potè fare uno studio abbastanza completo sulla temperatura del mare.

Nei grandi Oceani si trovò così che la temperatura discende generalmente dalla superficie al fondo, fatta eccezione di accidenti locali, come sarebbe la corrente del Golfo; la diminuzione, rapida dapprima, è in seguito meno sentita. Ad esempio nel N. Atlantico tra Madera per le Azzurre e le Bermude ad Halifax, ove si trovano fondi di 5000 metri, la temperatura del fondo varia fra 1°, 6 e 3°, 8; due terzi di questa massa d'acqua sono al disotto di 4°, 5; nell'Atlantico equatoriale le acque fredde sono più vicine alla superficie che nel boreale. Nei mari chiusi, come ad esempio il Mediterraneo il fenomeno è diverso; nel Mediterraneo la temperatura si abbassa regolarmente, sino verso i 400 metri circa nella stessa proporzione come nell'Atlantico, al di là di Gibilterra; poi rimane invariata sino al fondo. A 400 metri si hanno circa 12°, 5 C. e, da questo punto al fondo, che, in qualche località, oltrepassa alquanto i 4000 metri, questa immensa massa d'acqua conserva la temperatura uniforme di 12°, 5 C. circa; nell'Atlantico, poco fuori di Gibilterra, a 4000 metri corrisponde invece una temperatura di 2°, 2 C.

Risultati analoghi si ebbero in altri mari chiusi, come ad esempio il mar Rosso, il mare di Celebes, il mare della China, il mare di Banda, ecc......; e la ragione venne anche trovata. Una circolazione verticale delle acque dei grandi oceani ha luogo in causa della diversa densità prodotta dalla diversa temperatura; gli strati superiori del Pacifico, dell'Oceano indiano e dell'Atlantico si muovono verso N. E. nell'emi sfero N.; mentre gli strati inferiori vanno verso N. O. Nei mari chiusi queste correnti sono interrotte all'altezza della barriera formata dagli stretti. Così lo stretto di Gibilterra che ha una profondità di 400 metri, lascia passare solo le correnti superiori a questa altezza, cui corrisponde nell'Atlantico, una temperatura di circa 12°. L'acqua più fredda degli strati profondi non arriva quindi nel Mediterraneo, ove la massa d'acqua al disotto dei 400 metri conserva una temperatura di circa 12° C.

La temperatura media invernale, e la stagione possono d'altronde variare alquanto questo risultato; ma in limiti molto ristretti. Ora un cavo sottomarino che abbia p. es. un isolamento chilometrico di 1000 megohm a 14° avrà già 1500 megohm a 12°; e la resistenza del suo conduttore sarà variata

circa dell'8 per mille nello stesso intervallo di temperatura; cosa non trascurabile.

Supponiamo ad esempio che un cavo si sia rotto. Con uno dei metodi di cui disponiamo oggi possiamo trovare, con grande accuratezza, la distanza in ohm del punto di rottura dal casotto ove si esperimenta. La ristrettezza del tempo non mi permette neanche di accennare a questo genere di esperienze, nè ad ogni altro argomento sulle misure elettriche dei cavi. Basti dire che, con molta pratica ed abilità esperimentale, potremo localizzare questa rottura con gran precisione. Supponiamo ad es. si sia trovato che la rottura è a 5000 ohm; supponiamo che il cavo di cui si tratta abbia a 24° centigradi una resistenza di 5 ohm per miglio. Conoscendo la temperatura attuale del fondo del mare, verremo a sapere esattamente la distanza in miglia della rottura. Se la temperatura suddetta non è conosciuta con precisione, commetteremo un errore più o meno considerevole. Se, ad esempio, facciamo un errore di 1°,5 nella stima della temperatura, questo ci porterà a calcolare il guasto con circa 6 miglia di errore; e, per questo solo fatto, la riparazione importerà una maggiore spesa diretta di circa 30 000 lire; oltre alle spese indirette ed alle difficoltà che possono sorgere in causa di una localizzazione meno precisa. L'elettricista accurato raccoglierà perciò sempre dei dati sulla temperatura del fondo; per potere conoscere, in ogni epoca dell'anno, la temperatura del cavo, nelle varie zone del mare. È questo uno studio che si fa con maggiore opportunità, specialmente durante le riparazioni; e per esso si è venuti a conoscere che la temperatura del fondo varia non solo a seconda delle stagioni; ma ha anche delle variazioni periodiche, a lunghi anni d'intervallo. È una scienza che nasce appena, ma assai interessante, anche per lo studio della fisica terrestre.

Intanto che stiamo così chiaccherando, la nostra nave ha fatto il suo cammino e si è già ancorata per fare l'altro atterraggio. Anche quì manda a terra le corde di canape, che servono a tirare il cavo, sospendendolo a galleggianti, come si è detto; anche quì abbiamo un casotto, ove restano di guardia degli elettricisti coi loro strumenti; tutto procede come abbiamo visto dall'altra parte. Passano così successivamente i cavi di costa, gli intermedi pesante e leggero e poi comincia la posa del cavo di fondo. Naturalmente i cavi erano già stati predisposti nelle vasche, in modo da presentarsi da sè, nell'ordine voluto per la posa, senza dover fare altre manovre; di più essi erano stati divisi fra le vasche di bordo; e la ripartizione era anche stata studiata in modo che, in seguito alla immersione loro, in nessun momento, la nave divenisse troppo irregolarmente caricata, ciò che potrebbe produrre troppo grande immersione a poppa od a prua, dando alla nave una linea d'acqua poco buona.

Ora che si sta posando il cavo di fondo, la velocità della nave è anche stata accresciuta; e portata, p. es. a cinque o sei miglia all'ora. Nelle navi molto grandi, con vasche di grande diametro, si potrebbe anche filare in ragione di 8-9 miglia; ma, con vasche di diametro minore, ciò non sarebbe prudente, perchè il cavo girerebbe troppo rapidamente.

Siamo così arrivati man mano alle grandi profondità; dalle nostre carte sappiamo di trovarci in 3000 metri di fondo; il peso nell'acqua del nostro cavo è circa 650 Kg. per Km.; di modo che, se ora si arrestasse la posa e si lasciasse il cavo pendere verticalmente in mare, la tensione che segnerebbe il dinamometro sarebbe di circa 20 quintali; invece esso segna ora solo una tensione minore, ad esempio 15 quintali; e ciò è dovuto all'imbando ed all'attrito del cavo nell'acqua; ma, per quanto sia così diminuita la tensione, il freno deve ancora assorbire una potenza ragguardevole, diciamo ad esempio, un sessanta cavalli, ed ecco ciò che giustifica quel potente getto d'acqua che va nella cassa del freno e innonda tutto il tamburo della macchina di posa.

La posa continua così regolarmente; e chi, come noi vi assiste per la prima volta, prova l'impressione che sia un'operazione assai facile, tale che non possa dar luogo ad inconvenienti qualsiasi. Il cavo si alza serpeggiando dalla vasca, dando di quando in quando dei colpi, come di coda, subito contenuti dagli anelli della crinoline; si lascia guidare docilmente alla macchina di posa; ne esce con dei piccoli fremiti, che, fantasticando, si potrebbero dire fremiti d'impazienza di tuffarsi nelle onde e che indicano invece la grande tensione cui è soggetto: passa dalle puleggie del dinamometro alla puleggia estrema di poppa, s'immerge e scompare per sempre nel tenebroso abisso. Sembra una cosa assai semplice; eppure per quanti disastri si dovette passare prima di giungere ad avere un materiale veramente pratico e soddisfacente, tale da permettere di eseguire con sicurezza questi lavori; ed anche oggi succedono casi che mostrano la necessità di altri studi e di altre migliorie; e l'organizzazione di una nave telegrafica non rimane punto stazionaria, ciò che del resto non succede in alcuna cosa umana.

Ma ecco un marinaio viene ad avvisarci che siamo giunti a posare quasi tutto il cavo di questa prima vasca; ne rimane solo uno strato, e bisogna prepararsi a cambiar vasca. Già da tempo è stato preparato il giunto del cavo, fra quella prima vasca e questa seconda. Un giunto di questo genere richiederebbe un paio d'ore di fermata, ed è quindi opportuno prepararlo prima, quando la cosa è possibile. Si rallenta poco a poco la velocità della nave, lasciando filare il cavo con maggiore imbando, gradualmente si arresta poi del tutto l'elice, lasciando perdere alla nave l'abbrivo; finchè, giunti alle ultime spire di quella vasca, macchina indietro, si arresta la nave, si frena totalmente il tamburo di posa, e poi si abbozza il cavo. Si ritira allora quel poco cavo, che può essere ancora rimasto nella prima vasca e lo si coglie in ispire regolari, nella vasca nuova, sopra quello da posare ora; si dispone il cavo nei suoi rulli di guida, lo si tesa, quindi, tolte le bozze si riprende la posa; lasciando sul principio molto imbando, per non fare troppa tensione sul giunto.

Intanto è calata la notte; la nave s'illumina d'un colpo: grosse lampade ad arco proiettano la loro vivida luce tutto intorno; mentre altre piccole lampadine fissate qua e là alle puleggie, ai dinamometri, alla macchina di posa, danno alla nave un aspetto fantastico; poichè i lavori non s'interrompono

di notte; il tempo è troppo prezioso in mare ed il motto « time is money » è stato trovato da un popolo marinaio. Una brezzolina lieve lieve, che era cominciata al tramonto si è fatta man mano più forte; e, su un cielo sporco, si vedono filare come freccie, masse compatte di nubi porporine, che assumono forme bizzarre e minacciose. All'orizzonte, nero nero, verso scirocco, tremano pallidi lampi. Il barometro, questo fedele consigliere del marino (1), si agita inquieto, vibra, oscilla e si ripiega discendendo. In breve il mare prende un apparenza sinistra. Purchè ci lasci finire il nostro lavoro; ancora quindici o venti ore di calma e saremo lesti. Vana speranza: le ondate che arrivano da scirocco, in principio appena accennate, si fanno via via più grosse e minacciose. Si tiene consiglio sul da farsi: tagliare il cavo e metterlo su una boa, aspettando che il tempo si calmi? continuare, con prudenza adagio adagio il lavoro? siamo nella buona stagione, e questi temporali durano poco..... Un improvviso colpo di mare mette fine a questi discorsi; prende la nave in pieno a mezza prua, la solleva e la lascia ricadere violentemente, mentre un diluvio d'acqua si rovescia sul ponte..... Ed il cavo? il cavo si è spezzato come si fosse di refe; la cima rotta, rapida come una saetta, si è perduta in mare; e noi si resta lì, attoniti, sbalorditi. Quando un cavo si rompe così, durante la posa, è a bordo una sensazione indescrivibile. Questo cavo, che si vedeva filare tranquillamente nelle onde era come un legame fra la nave e la terra; per esso si mandavano ovunque nostre notizie e si ricevevano di quando in quando telegrammi sui principali avvenimenti del giorno. Improvvisamente questo legame si spezza, producendo in noi la sensazione dell'isolamento assoluto, tanto più viva, quanto più subitanea. È come se la nave, dal tranquillo ancoraggio in un porto, fosse portata, in un istante per virtù magica, a centinaia e centinaia di miglia in alto mare; e, solo in questo momento, quel trovarsi *lì soli in mezzo al mare abbandonati* ci fa pensare quanto è temerario l'uomo che osa misurarsi con un elemento così potente, e come un piccolo soffio, un repentino destarsi del gigante addormentato, basti a mandare in aria i nostri disegni a sconcertare la nostra audacia, a mostrare la nostra pochezza....

Ma gli ingegneri di posa non si lasciano scoraggiare per questo; e, passato un breve e ben legittimo istante di sbalordimento, hanno già preparato una boa per metterla come segnale sul punto di rottura. Si fa subito uno scandaglio; ci troviamo in 3200 metri di fondo. Si comincia ad ammainare un ancorotto a fungo, e, legati a questo, in diverse lunghezze, circa 3500 metri di cordami da boa, e per ultimo la boa segnale, munita di fanali, per renderla visibile nella notte. Quest'operazione terminata, la nave mantiene la prua al mare, tenendosi in vicinanza della boa, poichè spera che, il giorno seguente, il mare calmatosi, permetta di riprendere il lavoro.

Intanto i marinai cominciano ad estrarre dalla stiva i grossi cordami da grappini, ed i grappini che servono a ricercare il cavo perduto in fondo al mare ed a riportarlo a bordo. Poichè anche quì bisogna togliere subito di

(1) MICHELET, *La mer.*

mezzo un errore abbastanza comune; i cavi guasti o rotti sono ricercati nel loro punto di rottura o di guasto e non si prendono sulla spiaggia, per salparli fino a questo punto. Quest'operazione non sarebbe in generale neanche possibile, in pratica; e sarebbe poi sempre poco conveniente.

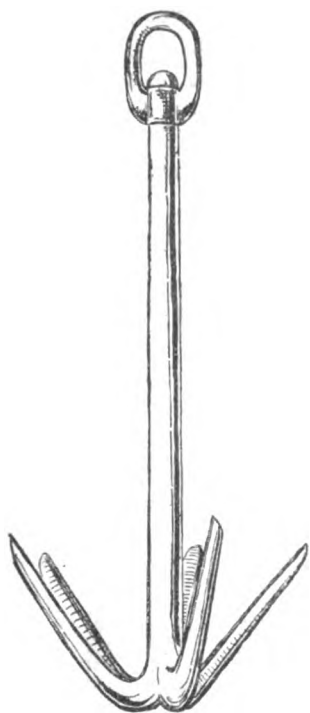



Fig. 14. — Grappino ad ancorotto.

Fig 15. — Grappino centopiedi.

Quante forme svariate hanno questi grappini! Ecco il più semplice; è come un ancorotto a cinque marre, disposte in giro attorno ad un grosso gambo centrale (Fig. 14); esso pesa 100-150 Kg. secondo le dimensioni; ecco un altro tipo detto centopiedi (fig. 15); le marre sono mobili, e scorrono lungo il gambo centrale. Mentre il precedente lavora bene in fondi sabbiosi o di fango molle, questo serve anche in fondi più duri, ove le marre del grappino ad ancorotto si raddrizzerebbero facilmente. Talora il fondo è scoglioso ed allora ecco un grappino le cui marre sono protette, sino presso alle estremità, da grosse molle che impediscono alle marre di impegnarsi troppo negli scogli, in quest'altro, detto ad ombrello (fig. 16), tutto il sistema di marre è, allo stesso scopo, protetto da un involucro, in forma di ombrello semichiuso; per gli stessi fondi rocciosi giova anche quest' altro grappino, che ha le marre snodate, aprentesi quando urtano in un ostacolo troppo forte, mentre si rinchiudono di nuovo, quando l'ostacolo è passato. Ma talvolta, come noi ora, si deve grappinare un cavo vicino ad una rottura; allora la cima rotta potrebbe scivolare dalle marre, durante lo sforzo del salpamento; ed ecco un grappino, le cui marre si uniscono tra loro e col gambo in forma di V molto acuta; di modo che un cavo che è preso lì dentro per la sua stessa tensione, vi si impegna sempre più, senza scivolare (fig. 17). Tal'altra volta può occorrere di dovere tagliare un cavo sul fondo del mare; ed allora vale un grappino le cui marre, munite di prismi a coltello, taglieranno il cavo quando la tensione sia diventata sufficiente; le due cime del cavo sono però perdute; ma in quest'altra forma di grappino si può anche tagliare un cavo e trattenerne una cima da portare alla superficie. S'è proposto anche un grappino elettrico, il quale, come tutte le cose elettriche, ha grandi pretese; questo vorrebbe indicare a bordo, con una suoneria, quando il cavo

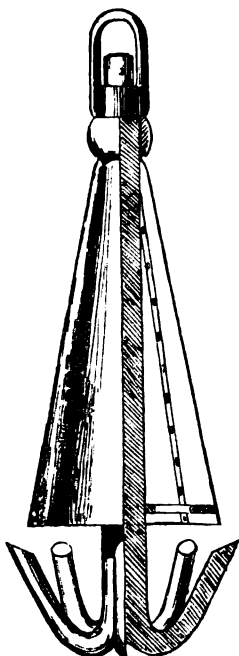
è afferrato; poichè il cavo, messo in tensione, preme sopra un bottone, il quale chiude un circuito entro al grappino stesso; circuito completato dal mare da una parte, e da un conduttore isolato e racchiuso nella corda del grappino, con una suoneria ed una pila a bordo, dall'altra.

A giorno fatto, calmatosi il mare, si comincia il grappinaggio. Si decide di grappinare il cavo a un paio di miglia dalla cima perduta, per cui si può adoperare un grappino comune a 5 marre, senza pericolo che la cima rotta possa scivolare dal grappino. Il grappinaggio viene fatto dalla prua, servendosi della macchina di rilevamento. Perciò la nave prende posizione di grappinaggio, sul traverso della linea del cavo, a circa 2 miglia di distanza da questa linea; questa linea correva per es. da ponente a levante, e la nave, col grappino, ara il fondo del mare, su un cammino nord-sud, facendo delle bordate di circa 4 miglia attraverso la linea del cavo, di cui la boa segnale indica sommariamente la posizione (fig. 18). Il grappino è stato ammainato con una lunghezza di circa 3500 metri di cordami da grappino (poichè siamo in fondi di circa 3000 metri); questa corda del grappino passa dalla puleggia di prua ad un dinamometro e quindi al tamburo della macchina di rilevamento. La nave cammina a piccola velocità, 1-1 ½ miglia all'ora; non di più, per evitare che il grappino saltellasse sul fondo. Il dinamometro segna una tensione (che vediamo quì mantenersi circa costante di 40 quintali) dovuta in parte al peso della corda del grappino, in parte all'attrito dell'acqua su questa corda ed in parte allo sforzo che fa il grappino nell'arare il fondo del mare. Le indicazioni del dinamometro sono seguite colla massima cura; quando il grappino afferra il cavo, tende a trascinarlo trasversalmente alla direzione di esso; ma questo reagisce man mano più fortemente; per cui la tensione segnata al dinamometro viene man mano aumentando; da questo si giudica che il cavo possa esser preso. Stando seduti sulla corda del grappino, vicino alla ruota di prua, in fondi non troppo alti, facciamo noi stessi da dinamometro, ed anche da dinamometro abbastanza sensibile; *sentiamo* delle piccole vibrazioni, quando si grappina su un fondo molle; vibrazioni più accentuate, se il fondo è duro; brusche scosse, se è roccioso, ed infine una vibrazione;

Fig. 16.
Grappino ad ombrello.

Fig. 17.
Grappino d'arresto.

che diviene sempre più netta, quando il cavo è preso. Un pratico può così accorgersi d'aver preso il cavo anche prima che il dinamometro gliene dia indicazione.

Appena si suppone che il cavo sia afferrato dal grappino, si ferma la nave, con qualche colpo di elice all'indietro, e la si lascia presentare al vento ed alle correnti. La tensione al dinamometro va diminuendo; e nel nostro caso per es., segnerà solo 25 quintali, corrispondenti al peso nell'acqua del cordame sospeso; quindi si salpa adagio adagio. Man mano che si salpa si vede invece il dinamometro notare delle tensioni sempre crescenti, poichè ora al grappino sono anche sospesi due archi di catenaria, formati dal doppino del cavo.

Possiamo facilmente farci un'idea della tensione esercitata sulla linea

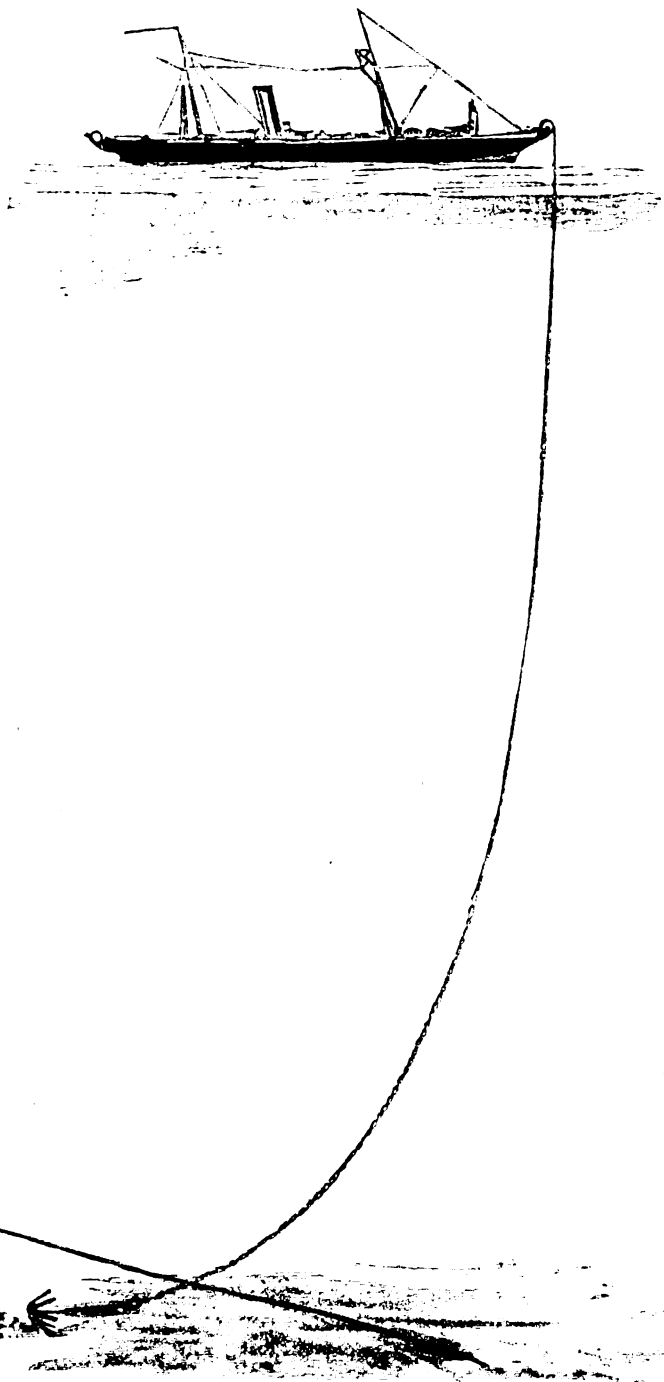



Fig. 18. — Grappinaggio di un cavo.

del grappino e di quella cui è soggetto il cavo. Basta applicare le equazioni della catenaria, aggiungendovi una equazione, per noi fondamentale, esprimente che la lunghezza totale dei due archi di catenaria, dal bordo al fondo, è uguale alla distanza fra i due punti in cui il cavo tangenzia il fondo, aumentata dell'imbando quivi esistente.

Ad esempio con un cavo pesante 650 gr. per metro nell'acqua, posato su un fondo di 3000 metri, con un imbando del 10 per cento, vedremo che la tensione sul grappino (cioè la tensione segnata dal dinamometro) sarà alquanto superiore alle 10 tonnellate; e la tensione massima sul cavo, presso il grappino, di circa 8 tonnellate; potremo anche calcolare che il cavo tangenzia il fondo 7500 metri ai due lati della verticale del grappino e che la lunghezzza totale di cavo sospesa sarà di 16500 metri. Nel nostro caso essendoci una cima rotta, la tensione è molto minore. Notiamo che, se invece del 10 per cento d'imbando, vi fosse nel cavo solo un 7 per cento, la tensione sul cavo verrebbe ad essere vicina alle 11 tonnellate, e saremmo al limite di rottura del cavo; d'altra parte se il cavo fosse stato posato con soverchio imbando, esso si sarebbe disposto sul fondo in una linea sinuosa, che tratto tratto si formerebbe anche in una spira più o meno stretta; nello sforzo del rilevamento questa spira si restringerebbe sempre più, formando ciò che si chiama una *cocca;* una cocca poi, oltre al danneggiare l'anima, diminuisce grandemente la resistenza meccanica del cavo, poichè le fibre metalliche non vi lavorano nel senso più conveniente. Nell'un caso come nell'altro si avrebbe quindi facilmente una rottura del cavo; ed ecco perchè si deve avere gran cura di posare i cavi col giusto imbando.

Il calcolo precedente suppone però che il cavo non si allunghi sotto la tensione del rilevamento; ora un allungamento succederà sempre; ma sarà ben piccolo; d'altra parte avremo anche un po' di scorrimento sul fondo, che pure aumenterà alquanto l'imbando locale; e perciò le tensioni saranno un po' alleviate.

Eccoci adunque col cavo riportato alla superficie; si mandano allora due catene, fissate alle bitte; una di qua e l'altra dall'altra parte del doppino e si abbozzano ai due rami del cavo; poi si sega il cavo in mezzo (fig. 19). Colla macchina di rilevamento si tira a bordo la cima del pezzo lungo; ed il gabinetto elettrico se ne impadronisce subito, per mettersi in corrispondenza col casotto e fare sul pezzo di cavo immerso i suoi esperimenti. Questo pezzo, se trovato buono, viene giuntato col cavo di bordo e l'operazione della posa è ripresa. L'altro pezzo più corto viene abbandonato, od anche viene messo su una boa, per salparlo più tardi, a lavoro compiuto; od infine, se è molto corto, può anche essere salpato lì per lì, purchè non ci sia troppo attrito sul fondo.

La nostra nave è ora occupata a fare il giunto; si giuntano insieme prima le cordicelle di rame; poi si fanno a mano le varie coperture di guttaperca mediante pezzi di foglia di guttaperca scaldata; poi si rifanno anche le fasciature di juta; ed infine si procede a fare l'armatura sul giunto stesso, disponendo in modo opportuno i fili di acciaio, provenienti dall'uno e dal-

l'altro pezzo. E questa un'operazione di chirurgia marina trascendentale la cui descrizione ci prenderebbe troppo tempo; ci accontenteremo di accennare che essa richiede circa un paio d'ore di lavoro, dopo di che la posa viene intrapresa di nuovo.

Così, senz'altri incidenti, veniamo in vista della boa che tiene la cima

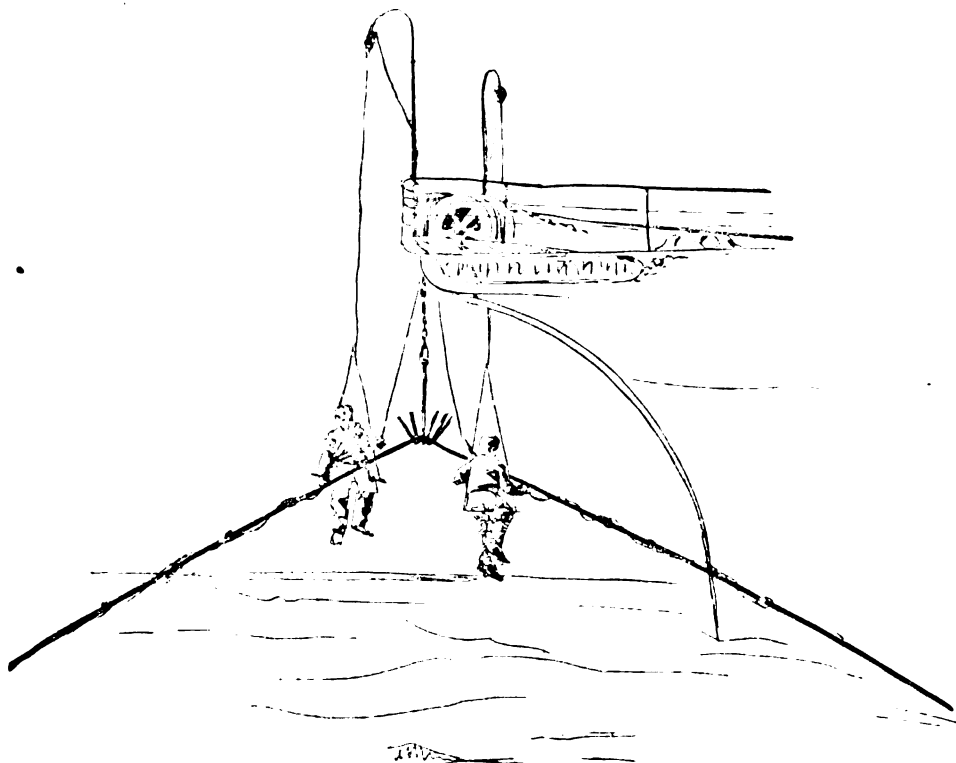



Fig. 19· — Cavo sollevato sotto la prua.

del cavo posato dal primo atterraggio. Si salpa questa cima dalla prua, servendosi della macchina di rilevamento; poi si taglia il cavo che si stava posando dalla poppa e si fa venire la cima tagliata pure a prua, servendosi dell'altro tamburo della macchina di rilevamento; infine si congiungono questi due pezzi e si cala in mare il doppino, completando così la linea.

Gli elettricisti poi la sperimentano e, trovatala buona, è subito aperta al servizio.

Abbiamo così avuto modo di assistere anche ad un lavoro di grappinaggio, quale si fa nelle riparazioni; e possiamo così, in poco tempo, vedere come si procede a riparare un cavo guasto. Ed anzitutto quali sono le cause principali dei guasti? Talora sono guasti latenti fino dalla fabbricazione o posa e sviluppatisi in seguito; talora sono accidenti esterni violenti: come urto di ancore o di banchi di ghiaccio, draghe di pescatori, ecc.; talora fenomeni vulcanici, i quali hanno guastato ad esempio il cavo Lipari-Milazzo, il cavo

Falmouth-Bilbao, il cavo Panaria-Stromboli, i cavi Australia-Nuova Zelanda, ecc.; talora cause lente; come corrosione dell'armatura, progressivo cedimento di un cavo sospeso su di una vallata sottomarina, ecc.; talora sono fulminazioni, che, colpita la linea aerea, non sono completamente sottratte dallo scaricatore e vanno nel cavo; talora anche animali marini: dai grossi animali, come balene, pesci cani, ecc., che possono addentare un cavo e romperlo violentemente, ai piccoli, come la *Chelura*, la *Limnoria*, la *Teredo*, ecc., che si contentano di perforare l'anima, mettendo il conduttore a contatto coll'acqua. Per questi ultimi si è ora immaginato un mezzo di difesa consistente in una corazza continua, fatta intorno all'anima, con un sottile nastro di ottone.

Appena si manifesta un guasto in un cavo già immerso, gli elettricisti ne determinano la posizione, in distanza di miglia di cavo dall'atterraggio; e questa posizione è riportata sulla carta marina, tenendo conto del tracciato e dell'imbando del cavo. Conosciuta così tale posizione in latitudine e longitudine, una nave fa rotta per questo punto, per mettervi una boa segnale. Essa cercherà di arrivare quivi nelle ore del mattino e comincierà col fare osservazioni di sole, per avere la sua longitudine; a mezzogiorno farà similmente la sua latitudine, in modo da avere, il più esattamente possibile, la sua posizione. Se ci sono terre in vista potrà fare dei rilevamenti. Verificata così la sua posizione e messa una boa segnale, che le servirà continuamente da punto di ritrovo, comincia i suoi lavori. L'operazione di grappinaggio e riparazione procede allora come abbiamo già detto. Grappinato il cavo la parte buona sarà messa in mare su una boa e la parte col guasto salpata fino al guasto.

Il salpamento di un cavo vecchio, specialmente se posato in un mare caldo e poco profondo, è una operazione altamente interessante per uno studioso della natura. Il cavo viene a bordo pieno di incrostazioni, di animali e di piante, che vengono ad attestarci la vita lussureggiante di quei fondi. Le nostre praterie, le nostre foreste, dice Darvin (1), sembrano deserte e vuote se si paragonano a quelle del mare. Il cavo che si salpa è tutto una fantasmagoria di forme e di colori; esso scompare sotto una quantità di formazioni d'origine organica e di esseri viventi, tanto più strani, poichè gli animali e le piante spesso si scambiano reciprocamente la loro apparenza esterna ecco piante molli e gelatinose, con organi arrotondati, come hanno in terra gli animali; ecco animali che hanno la forma, la struttura, la solidità, la eternità dei vegetali; talora persino, splendidi di colore, avvizziscono d'un tratto come i fiori. Molluschi innumerevoli vi hanno fissato la loro dimora e poi granchi bronzati, attinie raggianti, ciclostomi dorati; ed insieme una quantità di animali fosforescenti, come asterie, mammarie, piridii, nereidi... sicchè, salpando di notte, il cavo ci appare vivamente illuminato. È allora uno spettacolo grandioso davanti al quale l'animo più apatico rimane in pensosa contemplazione!....

Giunto il guasto a bordo, ciò che si può talora vedere dalla ispezione

(1) Vedi in Michelet, *La mer*; ed in Humboldt, *Cosmos*.

esterna, talora solo da misure elettriche, si interrompe il salpamento e si taglia il cavo. La parte salpata è sostituita col cavo nuovo di bordo e la linea completata nel modo che è facile immaginare, dopo quello che abbiamo già visto; è inutile ritornarci sopra. Piuttosto facciamoci dare risposta ad alcune domande che si sentono ripetere ogni momento. A quale approssimazione si può arrivare in una ricerca di guasto?.... È una cosa molto variabile da pochi decimi di miglio sino anche a 15-20 miglia. Quanto durano i cavi sottomarini?... Si riteneva una volta, in media 20 anni. Ora potremmo forse dire 30, se il fondo è buono. Poi, specie per l'arrugginirsi dell'armatura, le riparazioni diventano troppo frequenti, difficili e costose e può convenire di abbandonare il cavo. Così, ad esempio, il cavo Brest-S. Pierre del 1869 costò, nei primi 20 anni di vita, circa 6 milioni in riparazioni; due terzi del cavo primitivo non furono mai disturbati. Rottosi ancora nel 1893, i tentativi di riparazione dovettero essere abbandonati, dopo parecchi mesi di lavoro, comportanti una spesa di oltre 700 000 frs., perchè il cavo si rompeva sempre, in causa dell'ossidazione del ferro. Il cavo dovette essere abbandonato ed ora la Francia ne immerge un altro in sostituzione.

Ecco tracciato a grandi linee come si fanno i lavori di cavi sottomarini. In questo modo venne immersa una immensa rete sottomarina, di cui la massima parte per opera di officine inglesi. Fin dal 1864 sorsero in Inghilterra quattro grandi società, la *Henley* a *Woolwich,* la *India Rubber* a *Silvertown,* la *Siemens Brothers* a *Charlton* e la *Telegraph Construction* a *Londra,* che ebbero, per molti anni, il monopolio di questa industria. Nel 1887 la Ditta *Pirelli e C.* fondava l'officina di Spezia; e, nel 1890, la *Société Générale des Téléphones* e la Società *Menier,* fuse poi in una sola Ditta, impiantarono tale industria in Francia. Queste sono anche oggi le sole società che esercitino questa industria con personale, officine e navi proprie.

Esistono al giorno d'oggi, in attività di servizio, più di 300 000 Km. di cavi, del valore di oltre un miliardo. L'Atlantico Nord è traversato da dodici cavi, senza contare quattro o cinque ora abbandonati; triplici cavi connettono l'Inghilterra al Portogallo, Gibilterra, Malta, Egitto, Aden ed India; due cavi connettono Lisbona con Madera, S. Vincenzo, Pernambuco ed il Plata; l'Africa è circondata ad oriente ed occidente da un cavo; l'Australia è legata all'Asia da tre cavi, ed alla Nuova Zelanda con due cavi; non vi è oramai punto importante del globo che non sia collegato alla rete mondiale! Ma quanti sforzi, quanta perseveranza occorsero per arrivare a questo risultato! Quante decine di milioni furono seppellite inutilmente in fondo ai mari. Nel 1847 Jacob Brett, un illustre pioniere, morto di recente ottantenne, nella più squallida miseria, posava il primo cavo Douvres-Calais, durato poche ore; nel 1851 un altro cavo fra gli stessi punti aveva esito felice ad incoraggiare gli sforzi di quegli audaci. Ma i cavi dell'Irlanda all'Inghilterra nel 1852, quelli Olanda-Inghilterra nel 1853, quelli Douvres-Ostenda nello stesso anno ebbero una durata effimera; e così i cavi Spezia Corsica, Sardegna, Bona nel 1854 e quelli Cagliari-Malta-Corfù; e così il cavo Atlantico 1856, che non venne neanche completato; e il cavo Atlantico 1858, durato pochi giorni; e così il cavo Suez-Kosseir-Suakim-Kurrachee,

lungo più di 5000 km. reso presto inservibile. Era una serie quasi ininterrotta di sventure; e così doveva essere, fatalmente; l'industria aspirava a grandi risultati; ma non era in fase colla scienza; e per quanto grandi fossero i suoi sforzi, il lavoro utile era quasi nullo. Strano a dirsi l'industria era in avanzo di fase sulla scienza! ma presto questa si occupò della cosa. Scienziati celebri come i Siemens, il Wheatstone, lo Smith, il Matthiessen studiavano le proprietà elettriche del rame e della gutta, ed il modo di lavorarli; una Commissione di scienziati ed industriali, nominata dal governo inglese, studiò la fabbricazione e la posa dei cavi; William Thomson portava il suo genio al servizio dell'impresa; e dagli scandagli, alle bussole, alle teorie ed agli esperimenti elettrici, di tutto si occupava e dotava la scienza e l'industria di quei meravigliosi galvanometri e ricevitori, che permettono di telegrafare su un cavo transatlantico odierno, 45 parole al minuto; sul cavo Atlantico del 1858 si telegrafava una parola al minuto. E non è fuori luogo accennare, come egli arrivò a questo risultato, partendo dalle equazioni stabilite dal Fourier in quel « poema matematico » intitolato « *Théorie analytique de la chaleur* ». Frutto di tutti questi sforzi fu la completa riescita dal cavo Atlantico 1866, passava allora quasi inosservata, offuscata dalle vittorie prussiane.

L'industria venne allora salvata dalla scienza; ma quanti servizi essa le rese a sua volta! Nel 1860 il Jenkin, salpando il cavo Sardegna Bona, in 2000 m. di fondo, vi trovò attaccati degli animali ad organi assai sviluppati: questo fu il principio degli studi sulla fauna abissale. Un mollusco (Pleurotoma) pescato in 4000 m. di fondo e provvisto di un paio d'occhi ben conformati, venne poi a dimostrarci che, anche in quegli abissi, vibrano raggi luminosi; ed infatti, dalle esplorazioni del Challenger in poi, si sono trovati, negli abissi, molti molluschi, crostacei ed animali inferiori provvisti di speciali organi luminosi; talchè il fondo del mare è forse abbastanza bene illuminato.

E uno dei grandi meriti della industria dei cavi sottomarini l'avere dato un grande impulso a queste ricerche; essa pure contribuì o spronò allo studio della configurazione del fondo dei mari, creando così una nuova scienza; ad essa dobbiamo le prime unità elettriche praticamente adottate, che furono alla loro volta motivo a tanti progressi; tutti i molteplici rami del sapere umano che mise a contributo, per continuare con passo sicuro nel suo cammino, essa nutrì e rese più vigorosi e fecondi; mostrando una volta di più quanto sia necessaria la scienza all'industria, e, reciprocamente, quanto vantaggio possa portare l'industria alla scienza, permettendole di esperimentare con grandi mezzi e su vasta scala.

Molto ancora resta a studiare su questo argomento; manca ancora ad esempio la telefonia oceanica; problema formidabile attorno al quale lavorano elette intelligenze; e, questo risolto, col telegrafo sottomarino, colla telefonia oceanica, coi piroscafi a 30-40 miglia all'ora, la conquista del mare sarà completa, e potremo veramente affermare che il mare non divide, ma unisce le nazioni. Speriamo questo possa essere il vanto del secolo venturo.

Ing. EMANUELE JONA.

STIMA DEI BOSCHI CEDUI

E DELLE FUSTAIE.

(Continuazione, Vedi pag. 430).

ARTICOLO II.

STIMA DELLE FUSTAIE.

I.

Valore degli alberi di un ettaro qualunque.

§ 21. — Il perito dopo avere intieramente esplorata la fustaia incomincerà il suo lavoro col picchettare un ettaro di terreno, scelto in un sito qualunque, se quella è di limitata estensione e si presenti ovunque la stessa.

Gli alberi di tale ettaro si numereranno e ripartiranno per categorie di età ciascuna di 10 in 10 anni o più, determinando nel contempo il volume di quelli contenuti in esse. Indi pei soli maturi al taglio si troverà la quantità di legname che può ricavarsene, lavorato in pezzi squadrati, in traversine per ferrovia, in tavole, in doghe per fusti, in raggi per ruote ecc., dipendentemente dalla industria e viabilità locale. A tale legname aggiunto l'altro ottenuto dai piccoli rami, dalle radici e dai residui della lavorazione, utilizzabile per carboni o per ardere, come ancora la corteccia, se servibile per le tintorie o per le concerie, si invertirà il tutto in moneta in base dei prezzi che corrono sul mercato ove lo stesso legname viene venduto, detraendo poi dal finale importo le spese per abbattimento, scortecciatura, lavorazione (1), trasporto ed altre. Epperò indicando con P il costo medio e netto di tutti gli alberi giunti a maturità di taglio, esistenti nel riferito ettaro, e con v il corrispondente loro volume, otterremo il costo x

(1) Da un contratto per la lavorazione dei fusti di legname quercia nella foresta di Monticchio presso Melfi (*Basilicata*) in traversine di ferrovia, doghe per fusti e raggi per ruote, rilevammo che per ogni traversina fu pagata di mano d'opera la somma di L. 0,80; per ogni 100 doghe di lunghezza tra i metri 0,65 ad 1,35 L. 7,90; e per ogni 100 raggi di lunghezza 0,95 L. 3,00. Inoltre abbisognò la spesa di L. 3 a 4 per abbattere mercè scuri ogni secolare quercia.

di ciascuna delle cennate categorie di piante crescenti, di volume v', dalla proporzione:

$$v \, . \, P :: v' : x$$

da cui:

$$x = \frac{P\, v'}{v}$$

Esempio. — *Si conosce che* 400 *querce di anni* 150 *e del volume di m. c.* 640 *costano L.* 25 000*; quanto valgano altrettante querce di età anni* 50 *e del volume di m. c.* 158? Otterremo:

$$\frac{25\,000 \times 158}{640} = \text{L. } 6171.$$

§ 22. — Se la fustaia fosse molto estesa invece di uno si assumeranno due o più separati ettari, ed allora le somme degli alberi delle categorie della stessa età divise per gli ettari saggiati, daranno il numero con la identica classifica delle piante contenute mediamente in un ettaro qualunque della fustaia medesima.

E se questa contenesse siti ove le piante si presentassero di vegetazione molto diversa, o che le stesse non siano in egual modo distribuite circa la vicendevole distanza, oppure non uniformemente miste per età, in ognuno di tali siti, che saranno considerati come tanti diversi boschi, dovranno a seconda della loro estensione praticarsi le analisi su di uno o più ettari.

II.

Valore dell'intiera fustaia.

§ 23. — **Valore del soprasuolo.** — Trovata la somma dei costi degli alberi maturi al taglio e di quelli crescenti dell'ettaro medio, la si moltiplicherà per l'intiera estensione della fustaia, ovvero per quella della consimile porzione, per avere l'importo del legname dell'una o dell'altra. Ed in questa seconda ipotesi il valore del soprasuolo di tutta la tenuta boscosa è rappresentato dal totale di quelli rinvenuti nelle singole zone che la compongono.

§ 24. — **Valore del suolo.** — Determineremo tale valore subordinatamente ai principali modi coi quali viene eseguito il taglio della fustaia (1).

(1) Il taglio della fustaia avviene in varî modi di cui i principali sono. Abbattendo in ogni anno i soli alberi più annosi. Atterrando in ogni periodo di 4, 6, 8 o più anni tutti gli alberi più adulti di età compresa nel periodo medesimo. E recidendo con taglio raso tutto il legname del bosco, quando è arrivato ad una certa età, ad eccezione di poche piante che si lasciano di tratto in tratto come *riserve semifere*. Con questo ultimo taglio i nuovi alberi crescendo misti ad arbusti, cespugli e piante diverse, non che assai asfollati tra loro, occorre nei primi anni operare i tagli di purgazione o di nettamento, ed in quelli posteriori gli altri di diradamento o di sfollamento.

1.° *Fustaia regolata a taglio annuo.* — Tale taglio limitato alle sole piante più vecchie può aver luogo nella fustaia sistemata, ossia nella fustaia la cui essenza percorre in ogni tempo tutti gli anni necessari alla sua maturazione in gruppi contenenti piante pressocchè dello stesso numero. Ottenendosi così costantemente l'annuo prodotto medio P, il valore del suolo del bosco e dato da:

$$\frac{P}{r}$$

Esempio — *Un faggeto offre annualmente al taglio* 100 *piante di anni* 80 *e del costo di L.* 4500. *Qual'è il valore del suo suolo, con l'interesse del* 5 %? *Si ha:*

$$\frac{4500}{0,05} = \text{L. } 90,000.$$

2.° *Fustaia regolata a taglio periodico.* — Indichiamo con P il costo del legname all'epoca del taglio, la cui età media sia di n anni, e con α, β, γ, ... le età anche medie dell'altro legname in ciascuno dei periodi gradatamente decrescenti, avremo pel valore del suolo della fustaia la formola seguente il di cui primo termine va trascurato se la stima si effettua quando il taglio maturo si è già realizzato:

$$\frac{P}{q^n - 1} + \frac{1}{q^{n-\alpha}} \cdot \frac{1}{q^n - 1} + \frac{1}{q^{n-\beta}} \cdot \frac{P}{q^n - 1} + \frac{1}{q^{n-\gamma}} \cdot \frac{P}{q^n - 1} + \dots\dots \quad (1)$$

ossia:

$$\frac{P}{q^n - 1}\left(1 + \frac{1}{q^{n-\alpha}} + \frac{1}{q^{n-\beta}} + \frac{1}{q^{n-\gamma}} + \dots\right).$$

Esempio. — *In una fustaia sistemata si pratica in ogni decennio un taglio su piante di* 40 *a* 50 *anni, ossia di età media anni* 45 (2) *e del valore di L.* 8000. *Supposto che la stima avvenga nell'anno in cui si realizza detto taglio, si cerca sapere con l'interesse del* 5 % *il valore del suolo di tale fustaia, posto mente che le età anche medie di tutti gli altri gruppi sono rispettivamente di anni* 35, 25, 15 *e* 5.

Abbiamo:

$$\frac{8000}{q^{45} - 1}\left(1 + \frac{1}{q^{10}} + \frac{1}{q^{20}} + \frac{1}{q^{30}} + \frac{1}{q^{40}}\right) = \text{L. } 2352,84.$$

(1) Abbiamo adoperato il primo termine di questa formola per la determinazione del valore del suolo di una sezione di ceduo senza l'utile degli sfolli ed il cui legname al tempo della stima è di n anni, ossia che è divenuto maturo al taglio. E tutti gli altri termini pel valore del suolo di sezioni di ceduo il cui legname è di età crescente di anni α, β, γ, ...

(2) È agevole intendere che abbiamo prescelte le dette età solo per semplicità di calcolo, venendo nel fatto il taglio della fustaia praticata su alberi di età molto più avanzata della supposta.

3.° *Fustaia regolata a taglio raso.* — Tale fustaia per effetto di detto taglio non può avere che alberi tutti della stessa età. Ora chiamando con n la durata del torno, con P il costo del taglio finale e con a, b, c..... i corti del legname risultante dai diradamenti, che suppongasi avere luogo negli anni α, β, γ,..... del cennato torno, accumulando siffatti utili alla fine di detto n^{mo} anno e dividendo la somma per $q^n - 1$ avremo la espressione del valore del suolo del bosco riferito all' indicato tempo, che è:

$$\frac{a\, q^{n-\alpha} + b\, q^{n-\beta} + c\, q^{n-\gamma} + \ldots\ldots + P}{q^n - 1}$$

e per l'anno m° dal principio del torno:

$$\frac{1}{q^{n-m}} \cdot \frac{a\, q^{n-\alpha} + b\, q^{n-\beta} + c\, q^{n-\gamma} + \ldots\ldots + P}{q^n - 1} \qquad (2)$$

ESEMPIO. — *Un bosco di alto fusto può dare negli anni* 20, 40, 60 *ed* 80 *del suo torno rispettivamente gli utili di L.* 100, 200, 300 e 4800. *Si domanda il valore del suolo con l'interesse del* 5 % *supposto che la stima avvenga alla fine dell'* 80° *anno.*

Si ottiene:

$$\frac{100\, q^{60} + 200\, q^{40} + 300\, q^{20} + 4800}{q^{80} - 1} = L.\ 182,67.$$

E se la stima ha luogo quando il legname del bosco ha 30 *anni di età si ricava*:

$$\frac{182,67}{q^{80-30}} = L.\ 15,92.$$

III.

Annotazione.

§ 25. — Quando il taglio del legname della fustaia accade a lunghi intervalli, il valore del suolo riuscendo piccolissimo a fronte del soprassuolo può trascurarsi, molto più se il valore di quest' ultimo non è molto rilevante, oppure che malgrado lo fosse, si presentasse al tempo della stima in età crescente.

(2) Questa formola abbiamo applicata per trovare il valore del suolo di una sezione di bosco ceduo crescente, ossia di m anni con l' utile degli sfolli, e la precedente per determinare il valore del suolo di una sezione di ceduo con legname giunto a maturità di taglio, ovvero di n anni.

ESEMPIO 1.° — *Che valore ha il suolo di una fustaia che offre per diradamenti a* 40 *anni L.* 80 *e da* 70 *anni L.* 120, *non che per taglio finale a* 100 *anni* L. 2000?

Con l'interesse del 5 °/₀ *si ha:*

$$\frac{40\,q^{60} + 70\,q^{30} + 2000}{q^{100} - 1} = L.\ 23,36.$$

ESEMPIO 2.° — *Una fustaia recisa a* 100 *anni dà al taglio finale L.* 12000 *e per sfollamenti a* 30 *anni L.* 1000 *e ad* 80 *anni L.* 2000. *Si domanda il valore del corrispondente suolo supposto che la stima avvenga allorchè il legname della stessa ha* 40 *anni di età.*

Col medesimo interesse del 5 °/₀ *otterremo:*

$$\frac{1}{q^{100-40}} \cdot \frac{1000\,q^{70} + 2000\,q^{20} + 1200}{q^{100} - 1} = L.\ 19,59.$$

§ 26 — Al rinvenuto valore del suolo e del soprasuolo della fustaia si aggiungeranno gli utili, ove esistano, degli erbaggi da pascolo, della bassa fratta e dei prodotti secondari semprechè da essi può ricavarsi un certo utile, come castagne, ghiande, faggiuole, resine ecc., e sottrarranno tanto la quota per infortuni e le imposte che le spese per guardiania, amministrazione, manutenzione dei fabbricati, fossi, corsi di acqua ecc., come ancora i possibili altri pesi annuali o periodici.

Ing. CARLO SCALA.

COMMENTO

DEL COMMA 1.° DELL'ART. 41 DELLA LEGGE 25 GIUGNO 1865

SULLE ESPROPRIAZIONI PER CAUSA DI UTILITÀ PUBBLICA (1).

§ 1. — Il vantaggio derivante dall'opera di utilità pubblica alla residua parte del fondo non intieramente espropriato, per poter essere detratto dalla indennità stabilita ai sensi dell'art. 40 della citata legge, occorre che, a norma del susseguente art. 41, sia *speciale*, cioè non comune a tutti i vicini all'opera, ed *immediato*, vale a dire conseguenza diretta ed attuale dell'esecuzione dell'opera stessa, essendo ciò che dipende da eventuali circostanze di un lontano avvenire per sua natura incerto.

Sono vantaggi speciali ed immediati i seguenti:

1.° Quando la parte del fondo non espropriata comprende località oscure che in seguito della incisione vengono ad essere illuminate;

2.° Quando quella è soggetta alla servitù dell'*altius non tollendi*, oppure delle *luci legali* od altra, quali servitù si estinguono per l'abbattimento altresì del fondo dominante;

3.° Quando contiene spiazzi interni come giardino, maneggio ecc., che riuscendo a fronte della nuova via si rendono suoli edificatori; oppure terrazze ove si possono utilmente sovrimporre novelle fabbriche;

4.° Quando i suoi ambienti, perchè adossati ad un terrapieno, da umidi e malsani divengono, per soppressione di quello, aerati e soleggiati;

5.° E quando la stessa parte perchè prossima ad un opificio ove partono scuotimenti, rumori, esalazioni ecc. viene ad esserne liberata per la occupazione anche di detto stabile.

§ 2.° — Il vantaggio generale è quello che si risente indistintamente

(1) Tale comma è: « Qualora dall'esecuzione dell'opera pubblica derivi un vantaggio speciale » ed immediato alla parte del fondo non espropriata, questo vantaggio sarà estimato e detratto » dalla indennità, quale sarebbe se fosse calcolata a norma dell'art. 40 »

E quest'ultimo articolo è concepito così: « Nei casi di occupazione parziale l'indennità con» sisterà nella differenza tra il giusto prezzo che avrebbe avuto l'immobile avanti l'occupa» zione, ed il giusto prezzo che potrà avere la residua parte di esso dopo l'occupazione ».

ed identicamente da tutti i proprietari del luogo ove è avvenuta la nuova opera, ed esso non può detrarsi dalla indennità dovuta all'espropriato avendo questi diritto come qualunque altro cittadino al riferito vantaggio.

Ricevono un vantaggio generale quei fabbricati che prima trovavansi in un angusto e meschino vicolo e poscia le residue parti di essi vengono a riuscire su di un'ampia e signorile strada.

Il vantaggio generale può solo tassarsi con un contributo la cui misura dev'essere indicata nella dichiarazione di pubblica utilità, che perciò è fatta con legge. E tale contributo viene fissato in ragione del maggior valore che in conseguenza dell' opera pubblica vengono ad acquistare gli stabili.

§ 3. — Taluni ingegneri calcolano l' indicato vantaggio della nuova strada nel prezzo della parte del fondo non occupata, locchè fa scemare la indennità di espropriazione, ritenendo che il contributo suddetto sia applicabile ai soli proprietari che pur godendosi il vantaggio dell'opera suddetta non abbiano subito espropriazione.

Il primo di questi errori è causato da falsa interpretazione delle parole: « *dopo l' occupazione* » che leggonsi nell'art. 40 della legge innanzi riferita, perchè i detti ingegneri intendono doversi per effetto di esse valutare la parte residuale del fondo nelle nuove e migliorate condizioni economiche e topografiche locali. Invece lo spirito delle indicate parole è che la stima della cennata parte deve subordinarsi al materiale stato in cui il taglio l'avrà ridotta, e sempre per rapporto alle antiche condizioni del sito. La legge non parla di vantaggio dell'opera pubblica che nel seguente art. 41, il quale, come si è detto, prescrive doversi porre a carico dell'espropriato soltanto quello speciale ed immediato, giammai anche il generale, come si verifica per la nuova strada.

Il criterio poi di andar riferito il mentovato contributo unicamente a coloro che non hanno sofferto espropriazione, è in opposizione dell' art. 79 della legge in parola, quale articolo, che qui appresso trascriviamo, riguarda invece soltanto gli espropriati: « *Nel computo del maggior valore deve dedursene quella parte che già avesse fatta compenso con l' indennità dovuta per l'espropriazione* ».

E se l'obbligo del contributo è esteso anche a quelli che non sono stati toccati dalla espropria, lo è per effetto degli articoli 9 e 77 della legge medesima, coi quali son chiamati a detto obbligo *i proprietarî di beni confinanti o contigui all' opera*, che sono gli espropriati e gli estranei alla espropriazione.

§ 4. — Estimandosi il vantaggio della nuova via e detraendosi come avanti, consegue, trattandosi dell'allargamento di un vicolo mercè incisione dei fabbricati posti in uno soltanto dei suoi lati, che mentre i proprietari espropriati sarebbero tenuti concorrere all'esecuzione dell'opera pubblica, gli altri di rincontro usufruirebbero gratuitamente dell' identico benefizio, ciò che non sarebbe giusto. Ed ancorchè questi ultimi, cioè i non espropriati, fossero obbligati ad un contributo, tuttavia lo stesso non eguaglierebbe la detrazione che pel medesimo oggetto verrebbe a subire la inden-

nità di coloro che hanno subita l'espropriazione, per difformità di criterio nella determinazione dell'uno e dell' altra.

Difatti mentre detto contributo è fissato dalla legge in una quota parte, ordinariamente la metà, del maggior valore acquistato dai fondi, la cennata detrazione emergendo da un conteggio di stima diretta razionale, raggiunge talvolta perfino l' intero cennato maggior valore. Si avrebbe perciò l' anomalia di due diverse contribuzioni a parità di vantaggio e di valore venale degli stabili.

E la legge appunto per non creare sperequazione nel contributo da pagarsi, ove occorra, dagli espropriati parzialmente e dai non espropriati, vuole esclusa dal computo del riferito maggior valore la parte di esso devoluta ai vantaggi speciali, a causa che questi non possono verificarsi pei non espropriati (1).

Ing. Carlo Scala.

(1) Per tali proprietari si calcoleranno da parte i vantaggi speciali che aggiunti al contributo suddetto la risultante somma si detrarrà dalla differenza ricavata in base dell'art. 40 avanti trascritto.

LA TRAZIONE ELETTRICA

SULLE STRADE FERRATE (1).

(Continuaz. vedi pag. 212 del Vol. XLV).

66. *Terzo sistema: con motori di induzione.* — Si può proporsi di sopprimere qualsiasi apparecchio meccanico nelle stazioni secondarie e contentarsi di costituirle con batterie di trasformatori statici. In questo caso la linea di presa della corrente sarebbe una linea a corrente trifase e bisognerebbe o fare la trasformazione della corrente trifase in corrente continua su ogni treno, oppure utilizzare direttamente per la trazione queste correnti coll'aiuto di motori di induzione. La prima sarà poco vantaggiosa perchè complicherà la locomotiva, la seconda è più interessante e possiede un grande avvenire.

Lo studio esatto del funzionamento dei motori d'induzione a campo rotante è molto complesso e per questo non sarebbe qui il caso di occuparcene ma possiamo svilupparne i principi essenziali senza entrare nei dettagli. I motori a campo girante comprendono due parti concentriche, la primaria che porta l'avvolgimento induttore e la secondaria che è mobile attorno allo stesso asse e porta il circuito indotto il quale è chiuso.

Il circuito primario è alimentato da una corrente polifase la quale produce un campo magnetico di una grandezza costante ma la cui direzione gira intorno all'asse del motore con una velocità uniforme, velocità che dipende dal numero dei poli di questo avvolgimento e dalla frequenza delle correnti di alimentazione. Da qui ne venne il nome di motore a campo girante.

Se la parte che chiamammo secondaria gira intorno all'asse colla stessa velocità del campo ora visto non otteniamo alcun fenomeno d'induzione nè alcuna forza elettromagnetica tra i due circuiti perchè non c'è alcun spostamento relativo del circuito secondario rispetto alle linee di forza del campo prodotto dal primario. Ma se la velocità è un po' minore, c'è spostamento relativo e quindi induzione di corrente tanto più intensa quanto più grande è la velocità relativa del flusso vale a dire quanto più grande è la velocità relativa del secondario rispetto al primario.

Ne deriva che le forze elettromagnetiche che si esercitano tra il primario

(1) **Memoria pubblicata dal Sig. E. De Marchena nel** « *Bulletin des Ingénieurs Civil de France* ».

e il secondario le quali sono proporzionali a queste correnti indotte seguono le stesse vicende e concludendo si realizza una coppia motrice che trascina il secondario; coppia tanto più energica più differisce la velocità del secondario da quella del campo, e approssimativamente proporzionale a questa differenza almeno tra certi limiti.

A questo riguardo tali motori presentano in questo periodo del loro funzionamento una certa analogia coi motori in derivazione a corrente continua e possiedono la medesima tendenza al sincronismo di questi ultimi.

Ma questa analogia non dura a lungo in seguito alla reazione dell'indotto che acquista rapidamente una grande importanza.

Infatti le correnti indotte nel secondario producono un campo magnetico girante e non è che la risultante dei due campi che interviene.

Il flusso magnetico del secondario è in concordanza di fase colla corrente secondaria e quindi anch'esso come le correnti secondarie spostato di 90° rispetto al flusso magnetico del primario. Ne viene che il flusso risultante forma col flusso primario un angolo θ tale che $\operatorname{tg} \theta = \frac{B}{b}$ e $b = H \cos \theta$ come si vede dalla figura 15.

Fig. 15

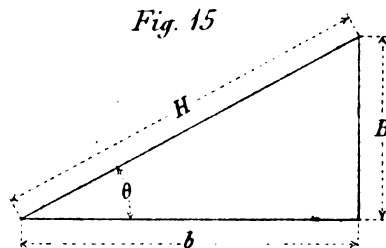
Riassumendo in un motore a campo girante la coppia motrice è proporzionale al prodotto in ampères-giri dell'armatura per il numero delle linee di forza tagliate per unità di tempo.

Per sviluppare una coppia data ci sarà una caduta di velocità tale che le forze elettromotrici indotte nel secondario sieno sufficienti a produrre una corrente tanto forte da dare a questo prodotto un valore dato.

Questa corrente e la caduta di velocità corrispondente dipendono quindi dalla resistenza dell'armatura. Se questa fosse nulla il sincronismo sarebbe perfetto. Se fosse infinita la velocità sarebbe nulla quindi una armatura a circuito aperto non ruoterà.

La differenza di velocità è in generale piccola. Nei motori ben fatti, essa non passa il 2 per cento a pieno carico.

Occorre anche osservare che quando un motore a campo girante è in riposo, esso è un vero trasformatore il cui rapporto di trasformazione è dato dal rapporto del numero delle spire dei due avvolgimenti. Quando il secondario è fisso la frequenza delle correnti indotte in quest'ultimo è uguale a quella della corrente primaria e il voltaggio è massimo. Ma quando esso è in moto, questa frequenza e il voltaggio diminuiscono fino a diventare nulle quando si è arrivati al sincronismo.

I motori d'induzione presentano un'altra particolarità che li differenzia nettamente dai motori a corrente continua, la coppia motrice ch'essi possono sviluppare ad un voltaggio determinato è limitata e quindi non cresce costantemente coll'intensità delle correnti prodotte nei suoi avvolgimenti.

Infatti a misura che le correnti indotte crescono (cioè quando cresce il valore di B) cresce tang θ e b diminuisce, e perchè le forze elettromagnetiche sono proporzionali al prodotto di B per l'intensità delle correnti indotte, arriva un momento in cui la diminuzione di B fa più che compensare l'aumento delle correnti indotte e la coppia motrice invece di continuare ad aumentare diminuisce al di là di una certa misura quando lo spostamento aumenta.

La coppia motrice essendo proporzionale a b B vale a dire a H^2 sen θ cos θ questo avrà luogo (se si suppone H costante) quando θ sarà uguale a 45°. D'altra parte chiamando con g lo spostamento e con R la resistenza dell'indotto l'intensità delle correnti indotte è proporzionale a $\frac{b \times g}{R}$ o in altri termini lo spostamento è proporzionale a $\frac{B\,R}{b}$ cioè a R tg θ.

Ne risultano parecchie conseguenze importanti:

1.° Più il circuito indotto è resistente più il valore di θ è piccolo per lo stesso valore dello spostamento.

2.° Il funzionamento del motore non è stabile che pei valori di spostamento tali che θ sia inferiore a 45° perchè è a questo valore che corrisponde il valore massimo della coppia motrice.

3.° Se il valore della resistenza interna è sufficientemente piccolo si avrà per uno spostamento uguale alla velocità del sincronismo vale a dire quando il secondario sarà fermo, ciò che si ha al démarrage, il motore sviluppa una coppia motrice debolissima pur assorbendo correnti molto intense nel primario e nel secondario. Quindi il démarrage si farà molto male e anche non si farà del tutto.

E siccome per avere un buon rendimento occorre ridurre più che si può la resistenza interna dell'indotto si è tra le due alternative o di fare un motore elettrico con buon rendimento e di difficile démarrage oppure di fare un motore il cui démarrage è facile ma il cui rendimento è sensibilmente minore in esercizio normale.

Gli effetti delle fughe magnetiche di cui noi non ci siamo occupati accentuano questi risultati. Rappresentando con curve le variazioni della coppia motrice in funzione degli spostamenti per diversi valori della resistenza interna si ha un'idea molto chiara del fenomeno.

Per conciliare queste diverse necessità si fa l'avvolgimento indotto con una resistenza molto piccola ma si dispongono le cose in modo da poter inserire una resistenza per il démarrage. Appena si è ottenuto il démarrage e si è raggiunto la velocità di sincronismo si mette l'indotto in corto circuito. Occorre ancora osservare che se la velocità di sincronismo è passata il senso delle forze elettromotrici indotte è cambiato. Il motore diventa così un generatore e invia dell'energia elettrica sulla linea facendo da freno sugli assi.

Simili motori possono essere costrutti per correnti trifasiche, bifasiche

e anche monofasiche. In questo ultimo caso essi però non possono avviarsi da sè.

Si dimostra infatti che le correnti alternanti monofasiche producono un flusso che è ad ogni istante la risultante di due flussi dello stesso periodo e della stessa intensità ma girante colla stessa velocità in senso inverso. Quando il circuito secondario è in riposo l'azione di questi due flussi è nulla, ma appena esso si muove in un senso oppure nell'altro le velocità relative dei due flussi cambiano e l'azione di uno dei due predomina. Così il motore una volta avviato può sopportare dei carichi forti e il suo funzionamento si avvicinerà tanto più a quello dei motori polifasici quanto più la sua velocità si avvicinerà a quella di sincronismo.

Ne risulta che un motore a campo girante dopo essere stato avviato colla corrente polifase può perfettamente continuare il suo movimento ricevendo solo delle correnti alternative semplici però lo spostamento per la medesima coppia motrice sarà maggiore e il rendimento e la coppia massima saranno minori.

La tendenza dei motori d'induzione al sincronismo non è un inconveniente nelle applicazioni ordinarie. Ma non è così per la trazione e la regolazione di questi motori deve essere fatta con mezzi assolutamente diversi da quelli usati per le correnti continue.

Parecchi sistemi, per lo più molto recenti sono stati proposti. Noi ci contenteremo di esporre i principali.

Metodo d'inserzione di resistenze. — Vedemmo che variando la resistenza del circuito secondario si poteva variare considerevolmente il ritardo del circuito secondario sul campo girante e quindi la velocità per uno stesso valore della coppia motrice. Praticamente si può variare la velocità da zero corrispondente a una resistenza infinita fino alla velocità del campo girante corrispondente a una resistenza nulla. Si potrebbe dunque realizzare tutte le velocità. Però il metodo è poco pratico presentando i seguenti inconvenienti.

1.° Perdite di energia considerevoli perchè il rendimento essendo sempre minore di $1 - g$ a misura che g aumenta e si avvicina all'unità il rendimento tende allo zero. Dunque appena ci allontaniamo dalla velocità di sincronismo le perdite diventano considerevoli e l'energia è tutta sciupata in calore nelle resistenze inserite.

2.° Questo metodo richiede un collettore ad anelli pel circuito secondario e quantunque il funzionamento di questi collettori ad anello sia assai migliore di quello degli ordinari collettori dei motori a corrente continua, pure è una complicazione di più, ricorrere alle spazzole, quando la soppressione di esse è uno dei vantaggi del motore polifase.

3.° Vedemmo come la coppia motrice massima era proporzionale a H^2 e cioè al quadrato della forza elettromotrice ai morsetti del circuito primario. Ora su una linea di strada ferrata la F. E. M. varierà molto da un punto all'altro per le perdite nella conduttura. Se un treno percorrerà una salita sarà necessaria una grande potenza e quindi una corrente forte e se

la salita sarà lontana dal punto di alimentazione avremo una forte perdita di potenziale e quindi una diminuzione nella coppia motrice precisamente nel momento in cui ci occorrerebbe ch'essa fosse massima.

Saremo dunque obbligati di adottare dei motori voluminosi e di una potenza sproporzionata alla richiesta normale.

4.° Questo metodo per regolare richiede che si tagli fuori la corrente principale ogni volta che si deve variare le resistenze.

Ne vengono delle scintille molto più dannose di quelle prodotte dalle correnti continue perchè qui non si possono attenuare gli effetti con degli aspiratori magnetici che non hanno alcun effetto sulle correnti alternanti.

(Continua).

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

Funzionamento e scelta delle lampade elettriche ad incandescenza. — Memoria di S. A. Rumi pubblicata nel « *Giornale Scientifico di Palermo* ». — La lampada ad incandescenza, che Edison nel 1880 consegnava all'industria quale risoluzione del problema della « illuminazione elettrica » atta come è alla suddivisione della luce ed alla collocazione che più aggrada, e di tale luminosità che può essere a seconda delle circostanze dolce o viva senza avere mai la crudezza dell'arco elettrico, non può negarsi che abbia fatto in breve giro d'anni immenso cammino. Essa ha conquistato non solo la estesa officina, ma ancora il modesto laboratorio; è penetrata negli uffici, nei magazzeni, nei pubblici stabilimenti, nel tempio e nelle nostre stesse case fino ai locali più appartati. Dappertutto poi, potendo adattarsi a qualunque combinazione, ha permesso lo svolgersi d'una estetica speciale, prestandosi a graziosi e nuovi motivi di decorazione, cosicchè nei ritrovi pubblici e nelle pubbliche illuminazioni contribuisce non solo ad illuminare, ma puranco ad ornare.

E di pari passo alle applicazioni, via via crescenti, ed in dipendenza di queste, procedette il miglioramento delle lampade tanto nella struttura loro, quanto nei metodi di fabbricazione.

Senonchè, oggi ancora tali lampade, ben conosciute dallo studioso e dall'industriale, non sono del pari conosciute dal consumatore. E prova ne è la delusione che sorprende gli utenti quando, abbarbagliata la vista per lo splendore della nuova illuminazione a lampade ad incandescenza nei primi tempi dell'impianto, vedendo ben presto declinare la luce delle lampade, protestano presso il fornitore dell'energia come se questi fornisse elettricità di *qualità scadente*, mentre constatano che l'energia consumata meglio che diminuire è piuttosto in aumento.

Dello sconforto che assale per questo i consumatori — che poco mancò fosse letale per l'industria « illuminazione elettrica » quando Auer mise in commercio la sua lampada ad incandescenza per il gaz, colla quale, se non altro, l'utente era ben accertato, tanto intorno al consumo quanto intorno alla costanza della luce — non ultima causa è la speculazione per la quale diverse case abbandonando i precetti della scienza e forti solamente della ignoranza del grosso pubblico, non svelano al medesimo per intero i segreti tutti dei loro prodotti, curando invece di mettere in evidenza solamente le parti per loro vantaggiose. Ed a conforto di questa tesi basta ricordare la promessa per parte di alcuni di un minore consumo in watt per candela in alcune lampade dette « a piccolo consumo » tralasciando di far conoscere: che il piccolo consumo corrisponde all'inizio della accensione della lampada, e che in seguito va man mano crescendo; che la luminosità della lampada decresce rapidamente fino a ridursi al 50 p. c. ed anche meno della con-

trattuale, o come dicesi anche, di quella corrispondente alla *taratura*, e che infine per la natura stessa della lampada la sua vita è effimera.

Basta accennare al fatto che una lampada tarata a 16 candele e col consumo iniziale di 1,5 watt per candela, nel periodo di 10 ore (una notte) aveva diminuito il rendimento in luce fino a 10 candele elevando il consumo a watt 2,36 per candela (1).

È vero che a più riprese fu pubblicato che convengono meglio lampade il cui consumo tocchi i 3 od i 3,5 watt per candela, ma dinanzi alla affermazione ed alla dimostrazione (specialmente nei primi tempi della illuminazione elettrica per incandescenza) che la stessa luce si può ottenere col consumo di 1,5 o tutto al più di 2 watt per candela, è naturale che il pubblico abbocchi, e nella persuasione del suo tornaconto scelga quest'ultimo tipo.

Invece è bene che il consumatore si persuada che nello scegliere la lampada bisogna tenere ben presente che è al rendimento medio relativo ed alla durata totale della lampada stessa che devesi dar peso, e non al solo rendimento iniziale, il quale potrebbe essere molto elevato senza che sia elevato il rendimento medio; e che le indicazioni date da un fabbricante a proposito del consumo di una lampada non hanno nulla di assoluto. Ed a questa avvertenza si deve aggiungere ancora quella che la durata ed il rendimento sono per la scelta coefficienti indivisibili dal prezzo della lampada e da quello della corrente.

Qui però, prima di fare alcune considerazioni sugli elementi sopra accennati, importa fissare bene alcune notizie intorno alle lampade ad incandescenza, onde bene si sappia quali apparecchi esse siano, non potendosi sotto alcuni rapporti confrontarsi la lampada ad incandescenza con lampade d'altra natura, nelle quali è ben accertato, salvo accidenti, che la luce da esse fornita è funzione diretta della quantità e qualità del combustibile che si usa.

Nelle lampade ad incandescenza è da tutti risaputo, che la luce è prodotta dal riscaldamento fino all'incandescenza di un filo di carbone esilissimo in un ambiente quasi vuoto d'aria, e che questo riscaldamento è determinato dalla resistenza che la corrente elettrica incontra nell'attraversare questo filo di carbone. È l'energia elettrica che qui appare sotto forma di luce, non senza pagare un tributo non indifferente al puro riscaldamento, poichè appena un decimo circa dell'energia totale assorbita si trasforma in radiazioni luminose, trasformandosi gli altri nove decimi in radiazioni oscure.

L'intensità luminosa, di cui si fa sorgente il filo di carbone, dipende dalla temperatura di questo e aumentando questa si aumenta il rendimento della lampada, o meglio la quantità di luce che corrisponde ad una determinata spesa di energia.

Nei tentativi molteplici per il perfezionamento delle lampade elettriche, è la realizzazione dell'aumento di quest'ultimo elemento che si è sempre cercato. Si procurò per raggiungere lo scopo di coprire il filamento di un conveniente deposito di carbone dopo che fu provato che i filamenti in cui la superficie è nera ed opaca hanno un rendimento maggiore che non quelli a superficie brillante; e ciò si ottenne col tenere ad una temperatura elevata in un vapore d'idrocarburo a temperatura superiore al suo punto di ebollizione, i fili da correggere (2).

(1) V. L'*Electricien* del 5 agosto 1893.

(2) Il Weber in base a sue speciali ricerche afferma che la temperatura normale del filamento è compresa fra i 1400 e i 1659 gradi della scala centigrada assoluta e che l'aumento di 1/2 p. c. di energia fornita ad una lampada produce l'aumento di 1 grado di temperatura.

Sta adunque che per rendere luminoso il filamento della lampada ad incandescenza devesi ad esso fornire una certa quantità d'energia elettrica, che giusta la legge di Joule è per ogni unità di tempo espressa dalla relazione:

$$W = i^2 r ;$$

mentre la quantità di calore da fornirsi per mantenerlo alla temperatura T, si può esprimere con la relazione:

$$Q = m T,$$

in cui m è coefficiente variabile colla sostanza che costituisce il filamento.

Inoltre è da aggiungersi che le radiazioni emesse dal filo, reso luminoso, sono legate, secondo Stephan, alla temperatura per la relazione:

$$L = s h . T^4$$

in cui è « s la superficie del filamento,
» h il suo potere emissivo,
» T la temperatura assoluta,
» L la somma totale delle radiazioni.

Per il che, mentre possiamo dedurre che scema l'energia da consumarsi per produrre una determinata somma di radiazioni se si aumenta la temperatura, d'altro lato, sapendosi che il rapporto tra l'energia delle radiazioni luminose e quella delle radiazioni totali cresce rapidamente anch'esso colla temperatura, è da conchiudersi che il segreto per il miglioramento della lampada è nell'aumento della temperatura. Questo è in dipendenza della resistenza del filo, onde i tentativi pratici di ridurre la sezione del carbone (riducendo di un poco pure la lunghezza per permettergli maggiore rigidità). Ma è bene qui notare che non è concessa « ad libitum » questa riduzione per la considerazione che la durata della lampada dipende in gran parte dalla fragilità del filo, e che la stessa esagerata temperatura del filo è causa del suo deterioramento. Funzione di questo eccessivo riscaldamento è lo staccarsi per volatilizzazione delle particelle di carbone, il che mentre rende più esile il filo stesso, annerisce la lampada. Ne consegue quindi che l'aumento di resistenza così determinato, nelle lampade funzionanti ad una differenza costante di potenziale ai morsetti provoca una diminuzione di intensità della corrente in dipendenza della legge di Ohm $V = i \times r$, e con essa un abbassamento di temperatura, e quindi della energia luminosa prodotta, che come si è visto, varia colla 4.ª potenza della temperatura medesima.

Si aggiunga ancora che la resistenza specifica del filamento di carbone diminuisce col crescere della temperatura; quindi se la temperatura decresce coll'assottigliarsi del filo, scemando di conseguenza la quantità di energia a cui dà passaggio, si agggiunge un nuovo aumento di resistenza, determinando una diminuzione, meglio accentuata, della energia assorbita dal filamento.

Tutti questi fatti spiegano la diminuzione graduale della temperatura e del rendimento della lampada.

La luminosità della stessa lampada, si può però aumentare oltre il limite di « taratura », e questo si ottiene aumentando l'energia fornita, ma in pratica è molto pericoloso allontanarsi al proposito dalle indicazioni del fabbricante. Infatti se scema, per le ragioni suesposte, l'intensità della corrente, l'energia fornita al filamento non può mantenersi costante, e tanto meno elevarsi, se non con l'aumento

della differenza di potenziale ai morsetti. Ora è bene ricordare che J. A. Fleming afferma che praticamente, mentre può ritenersi sia lo splendore del filamento proporzionale alla 6.ª potenza della differenza di potenziale ai morsetti, la durata della lampada si riduce nella ragione della 25.ª potenza della stessa differenza (1). Quindi se richiamiamo la nozione del « coefficiente di economia » d'una lampada, che non è altro se non il rapporto della energia W da essa assorbita alla potenza sua luminosa L in numero di candele, ovvero il consumo per candela, ed espresso per

$$\mu = \frac{W}{L}$$

se ad L si sostituisce il valore $A \times V^6$, in cui V è la differenza di potenziale ai morsetti, ed A un coefficiente di proporzionalità che si determina sperimentalmente si ha

$$\mu = \frac{W}{A\ V^6}$$

Il che indica che μ scema con l'aumento di V.

A conferma dell'affermazione che decresce rapidamente la vita della lampada con l'aumentare del voltaggio alla lampada, basta ricordare che in una lampada di 16 candele, e per la quale si misurava la intensità ogni 100 ore di esercizio, e ciò per un periodo di 800 ore, mantenendo costante la differenza di potenziale ai morsetti, si è constatato che alla fine del periodo la luminosità non era più che il 47 % della iniziale, elevandosi il consumo per candela da 3,2 watt a 4; mentre per altra lampada gemella, aumentando progressivamente la differenza di potenziale ai morsetti da 105 a 114 volt, onde mantenere costante il numero delle candele fornite, la vita si ridusse a 95 ore con una variazione nel consumo di energia elettrica per ogni candela di poco differente dalla precedente. Il rendimento totale in candele fu quindi nella relazione di 6 per la prima lampada ed 1 per la seconda.

In conseguenza di quanto sopra, rimane accertato quanto sia delicato il regime di una lampada.

Infatti, mentre per le conclusioni del Fleming un aumento piccolissimo del voltaggio sull'indicato abbrevia straordinariamente la vita della lampada, per le stesse conclusioni il voltaggio scemato riduce di molto il rendimento in candele. Osservazioni in proposito hanno provato che una perdita di voltaggio del 3 per % su di quello indicato per una speciale lampada può tradursi in un indebolimento del 27 per % circa della intensità luminosa.

Le considerazioni sopra esposte valgono in qualche modo a spiegare l'andamento della lampada elettrica ad incandenza, per la quale le sorprese a cui va incontro l'utente non sono di piccolo valore. Altre considerazioni però non lo sono da meno, poichè fin qui non si è considerato che l'andamento della lampada

(1) Quanto alla proporzionalità del potere illuminante alla 6.ª potenza di V, l'affermazione di Fleming è avvalorata dai risultati del Weber, il quale esprime il potere illuminante di un filamento per il valore $\frac{6,8 \times 10^{-15}\ W^3}{K\ S^2}$ (media sferica espressa in candele inglesi) in cui K è la costante della lampada, S la superficie del filamento in cm.², W l'energia elettrica assorbita dal filamento. Siccome $W = C\ V^2$, quando si suppone costante la resistenza del filamento, ne consegue che l'accennato potere illuminante può essere rappresentato dalla espressione $A \times V^6$.

circoscritta entro leggi che non vogliono essere rigorose ma semplicemente approssimate, specie se si osserva che l'uso delle formule stesse che legano la potenza luminosa con il consumo non può rigorosamente farsi per la stessa lampada, variando la relazione in modo continuo ed arbitrario durante la vita di essa.

Una circostanza resta però ancora da chiarire per la compiuta intelligenza del regime della lampada da parte del consumatore. Fin qui si è attribuita la diminuzione della luminosità alle variate condizioni del filamento coll'esercizio, in dipendenza oltrechè della energia fornita per raggiungere una voluta temperatura, anche della pressione ai morsetti, e, non ultimo forse, anche delle modificazioni molecolari nel filamento provenienti dalle successive estinzioni e riaccendimenti. Queste non sono le sole cause delle menzionate diminuzioni; di passaggio si è pure accennato all'annerimento della lampada; ad esso, secondo Nichols, sarebbe per $^1/_3$ dovuto l'annerimento della lampada.

La causa di questo annerimento il prof. Thomas della Università dello Stato dell'Ohio in America la trova nelle traccie di vapore di mercurio che per avventura possono rimanere nella lampada, stantechè si estrae da esse l'aria appunto con delle pompe a mercurio.

Il Bainville in Francia, che delle lampade elettriche ad incandescenza si è molto occupato (1) non è di questo parere, ritenendo che altra causa più semplice può determinare questo deposito. Egli ritiene che l'atmosfera della lampada contiene ossigeno proveniente dall'aria imperfettamente estratta, e del vapore di acqua fortemente aderente al vetro. L'ossigeno in contatto del carbone rovente si appropria del carbonio formando dell'ossido di carbonio, che dissociandosi poi in contatto delle pareti relativamente fredde del vetro vi deposita del carbone; l'ossigeno rimesso in libertà ripete lo stesso modo di funzionare. La grandezza dell'effetto dipenderebbe dal grado di rarefazione raggiunto nella lampada e dalla temperatura del vetro, minore nei primi momenti della accensione. Anzi lo stesso Bainville aggiunge che quanto meno è perfetto il vuoto meglio succederà l'annerimento e con maggiore rapidità dapprincipio quando le pareti non avranno ancora un conveniente strato di carbonio che aumenti il loro potere assorbente (2).

Stuart-Smith mentre non esclude questa spiegazione, ritiene l'annerimento specialmente favorito dalla evaporazione, relativamente grande, prodotta nel vuoto dal carbone ad alta temperatura, specialmente quando la lampada è nuova grazie alla migliore azione condensante del vetro pulito, ed al fatto che dalla superficie, dapprincipio, alcune porzioni del filamento sono più facilmente volatilizzabili che non altre.

È degno di nota però ricordare che la spiegazione del Thomas non è priva di fondamento, perchè la osservazione pratica sembra avvalorata. Alcune esperienze su di una serie di lampade le une vuotate con pompe a mercurio, le altre con pompe escludenti il mercurio, hanno assodato che era maggiore l'annerimento sulle prime che non sulle seconde, dopo un uguale periodo di esercizio.

Comunque sia il fatto, questo dell'annerimento del bulbo è uno dei non minori difetti della lampada ad incandescenza, che, se è comune a tutte le lampade in cui

(1) V. L'*Electricien* — 6.º semestre 1894.

(2) Il Fontaine osserva a proposito della rarefazione nelle lampade ad incandescenza che « un vuoto spinto oltre i limiti economicamente ed industrialmente praticati di $^1/_{100}$ circa di mm. di mercurio a freddo è nocivo, accelerando esso l'annerimento della lampada per disaggregazione più facile del carbone. »

la sorgente luminosa è protetta da vetro, non lascia in queste modo di pulitura come nelle altre (1).

Da quanto fu fin qui esposto si può trarre la conseguenza che la scelta della lampada elettrica ad incandescenza, oltrechè sotto il rapporto del costo dell'energia e del costo della lampada stessa, compreso quel qualunque valore che si voglia dare al disturbo per il ricambio, deve essere fatta anche in ordine alla sua durata ed alle variazioni della sua luminosità. La costanza della attività luminosa della stessa lampada è un pio desiderio. Le lampade, comunque esse sieno, che sono in commercio, non possono per verun conto fornire costantemente la stessa luce; che se tale risultato si tentasse con variazioni convenienti ai morsetti, si è visto di quanto se ne abbrevia la vita, di tanto cioè da non doversi manco tentare se economicamente o no convenga tal genere di illuminazione.

(Continua).

Gli accumulatori all'Esposizione Internazionale di elettricità di Torino. *(L' Elettricista).* — Gli accumulatori, che dopo l'invenzione di Faure subirono varie epoche di entusiasmo esagerato e di abbandono ingiustificato, verso l'anno 1890 furono presi in quella considerazione che meritavano quali preziosi ausiliari delle industrie elettriche, grazie ai numerosi perfezionamenti in senso pratico apportatevi, e d'allora in poi crebbe continuamente la loro applicazione in ogni ramo dell'elettrotecnica, e si moltiplicarono le fabbriche per la loro costruzione.

Nell'esposizione internazionale di elettricità in Torino, gli accumulatori sono ben rappresentati e se non vi figurano tipi di vera nuova invenzione, ma solo perfezionamenti dovuti all'esperienza pratica, questi sono però notevoli e fanno intravedere non lontano il giorno in cui specialmente nella trazione tramviaria il loro trionfo sarà completo.

Il numero, poi, e la rilevanza sempre crescente delle case costruttrici di accumulatori dimostrano fin d'ora la grande importanza industriale presa dalla fabbricazione di accumulatori sia all'estero che in Italia, la quale, sia detto di passata pochi anni fa era per tale industria interamente tributaria all'estero.

La *fabbrica nazionale degli accumulatori elettrici sistema Tudor* di Genova, emanazione della *Società anonima di accumulatori di Hagen in Westfalia*, è ora autonoma e dispone di una forza idraulica di 60 cavalli, impiegata giorno e notte alla produzione della corrente necessaria alla fabbricazione degli accumulatori Tudor.

Recentemente le fabbriche di accumulatori Tudor, e così pure quelle di Genova, hanno abbandonata la costruzione degli elettrodi col metodo antico, che era un tipo misto Planté e Faure, e costituiscono invece gli elettrodi esclusivamente col metodo Planté.

La nuova lastra Tudor ha numerosissime e profonde solcature, o canaletti, presenta una grande superficie e sopporta fortissime correnti di carica e scarica, tanto che gli elementi costruiti per la trazione elettrica si possono caricare in meno di 15 minuti senza alterarsi, essendo piccolissima la densità di corrente per unità di superficie. La ditta chiama il nuovo accumulatore Tudor, *a repulsione,* perchè è capace in certi istanti di dare una corrente tre volte maggiore della normale.

(1) Nel caso in cui le lampade abbandonate, perchè non più atte all'esercizio, vengono sottoposte al ricambio del filamento, il vetro vien ripulito agitando la lampada. a bulbo aperto, dentro un fornello a gas.

Di tale tipo si costruiscono dei grossi elementi stazionari per il servizio dei tram elettrici a trolley, e servono come di volano, compensando le fortissime differenze di energia richiesta al macchinario da detto sistema di trazione.

Molti impianti di tal genere esistono in varie città estere ed italiane, fra cui Roma, ove nell'officina tramviaria elettrica esiste una batteria di 608 elementi Tudor capace di fornire da sola oltre 1700 cavalli-ora, ossia attivare i tram per 6 ore consecutive.

Nella esposizione di elettricità la sopra detta fabbrica nazionale ha esposto una grande batteria di 56 elementi a repulsione per officina tramviaria. Ogni elemento contiene 4 lastre positive e 5 negative, della lunghezza di centimetri 74, della lar. ghezza di centim. 35 e delle spessore di millim. 15.

La batteria, secondo la ditta, dà una corrente di scarica normale di 592 ampere ma può in certi momenti dare una corrente circa tre volte maggiore, cioè 1770 ampere. Essa è sempre in attività ed è usata a vari scopi nella Mostra nazionale e ha pure già servito a surrogare il macchinario che dava la corrente necessaria per far agire gli apparecchi delle fontane luminose.

La ditta espone pure una batteria di 4 elementi per trazione tramviaria e ferroviaria. Di tali accumulatori si serve la Società anonima di elettricità Alta Italia, per le sue linee di tram elettrici in Torino, ed al presente 42 carrozze tramviarie sono mosse da detti accumulatori, che fanno un buonissimo servizio.

La fabbrica nazionale Tudor espone ancora una cassetta molto solida con una batteria di 6 elementi, montata espressamente per l'illuminazione dei treni, e tale tipo fu adottato dalla Danimarca, dalle Ferrovie austro-ungariche, nonchè da varie ferrovie minori.

La ditta *Giovanni Hensemberger*, di Monza, concessionaria in Italia del brevetto *Gottfried Hagen*, espone una batteria di 90 elementi stazionari di 11 piastre positive e 12 negative della lunghezza di 24 centimetri, della larghezza di 23 e dello spessore di un cm. quelle positive, e 5 millim. quelle negative.

La piastra Hagen, composta di due graticci leggeri e resistenti, contiene molta matteria attiva, ed è di formazione meccanica, e bastano 7 giorni di carica per formare interamente l'accumulatore.

Detta batteria, della capacità di 150 ampere, per 3 ore serve come forza motrice per macchine industriali che la ditta stessa espone nella galleria del lavoro.

Molto pratici sono gli accumulatori a chiusura ermetica che la ditta espone ad uso trazione per biciclo, triciclo od anche per uso medico, scientifico, ecc.

Le cassette hanno il coperchio intieramente saldato e la sola comunicazione coll'esterno è un foro chiuso da un turacciolo. Per conoscere nella carica quando detti accumulatori sono caricati completamente, la ditta vende unitamente all'ac cumulatore un piccolo voltmetro di 3 volts.

La ditta Hensemberger è concessionaria della illuminazione elettrica dei treni delle ferrovie della rete Mediterranea ed espone in conseguenza un modello di cassetta adottato dalle ferrovie stesse. Le cassette di accumulatori per maggiore sicurezza e per essere più facilmente maneggiate, sono poste alla loro volta in altra robusta cassetta a manubrio, aprentesi in uno dei fianchi, il cui fondo è provvisto di rulli mobili per cui la cassetta degli accumulatori può essere con facilità tirata fuori e spinta all'indentro.

La Ditta *Fratelli Pellas di C. N.* di Genova, che costruisce in Italia gli accumulatori brevetto Elieson, espone una batteria di 60 elementi a recipienti di vetro con 5 placche di centim. 22 per 22 (2 positive e 3 negative) e dello spessore di 8 millimetri.

La piastra Elieson, come è noto è di piombo puro e non contiene paste di ossidi o di sali, per cui appartiene al tipo Planté.

Ogni lastra è costruita da una serie di lamine di piombo ondulate e perforate sovrapposte in modo che le ondulazioni di due lamine consecutive si trovano ad angolo retto.

Con questa disposizione si ottiene una piastra molto robusta e di grande superficie grazie ai numerosi alveoli di cui è cosparsa; nello stesso tempo si raggiunge una grande capacità specifica che arriva facilmente a 12 e più ampere-ora per chilogrammo di piastra. La struttura delle piastre permette inoltre di aumentare dentro i limiti molto ampi il regime di carica e scarica senza pregiudizio dell'accumulatore.

Le diverse lamine sono riunite mediante una saldatura autogena che forma un solido telaio lungo tutto il perimetro della lastra.

La batteria esposta è destinata all' impianto elettrico del teatro Balbo di Torino ed ha la capacità di 120 ampere-ora alla scarica di 20 ampere.

La batteria è completamente montata sopra uno scaffale in legno e ferro isolato con coppe ad olio. Le lastre sono perfettamente formate, e introdotta nei recipienti la soluzione acida, la batteria è pronta a funzionare.

La fabbrica italiana di accumulatori Elieson espone pure 2 elementi della capacità di 100 ampere-ora e 2 di 400 ampere-ora, ed è in grado di fornire elementi di qualunque capacità tanto per impianti fissi quanto per batterie trasportabili.

La *Società italiana di elettricità sistema Cruto* di Torino espone l'accumulatore Pescetto del cui brevetto è concessionaria. La descrizione fatta dall'inventore stesso a pag. 576, anno 1897, di questo Giornale mi dispensa dall'indicare i vantaggied i pregi industriali di detti accumulatori che l'esperienza dovrà suffragare.

La Società-Cruto espone in una vetrina tutti i componenti dell'accumulatore Pescetto, cioè piastre liscie, a punte, piastre da formare, quelle formate, minio, litargirio e l'ulmato d'ulmina, del quale l'inventore si serve per impastare gli ossidi componenti la materia attiva.

Nell'Esposizione vi è pure in azione una batteria di 60 elementi di accumulatori Pescetto per trazione in cassette di ebanite: a rendere più sicuro l'isolamento fra piastra e piastra e ad aumentare la solidità del complesso dell'elemento in detti accumulatori l'inventore ha interposto fra le placche dei graticci di ebanite. La batteria serve ora a dar corrente alle lampade ed agli apparecchi che la Società Cruto espone. Gli accumulatori Pescetto sono stati adottati per le tramvie ad accumulatori in Roma, ove verranno caricati al termine di ogni corsa per mezzo di piccole stazioni di carica molto pratiche, di cui un modello al vero viene pure esposto dalla Società Italiana sistema Cruto.

Finalmente una quinta fabbrica in Italia di accumulatori, cioè la Ditta *Vandel e Comp.* in Avigliana costruisce gli accumulatori *Garassino* di nuova costruzione. La fabbrica Vandel che ha una forza idraulica di circa 1200 cavalli ed occupa 600 operai nei lavori di acciaieria, trafileria, ecc., adopera di notte l'energia disponibile per generare la corrente necessaria a formare le piastre Garassino.

Il nuovo processo di questi consiste nel riempire le lastre od i graticci di piombo ossidabile, con polvere di protossido di piombo e poscia serrate le lastre stesse da ambi i lati con piastre porose, immergerle in un bagno alcalino e per mezzo della corrente ridurre il protossido in piombo spugnoso.

Le lastre sono in seguito fortemente compresse per cui le nervature delle lastre stesse vengono ribadite, ed il piombo elettrolitico poroso forma un tutto solido e resistente col piombo della carcassa. Col nuovo metodo di fabbricazione

l'inventore evita la formazione di solfato di piombo che si produceva inevitabilmente nell'elettrolisi della pasta di ossidi di piombo con acqua acidulata di cui spalmava prima le lastre, solfato che oltre a ridursi troppo lentamente, diminuiva la coesione fra il piombo della lastra e il piombo elettrolitico depostovi. Il Garassino col suo nuovo accumulatore garantisce di ridurre di un quarto il peso che generalmente importano le batterie dei più usati accumulatori nelle vetture automobili, dei tram elettrici, per cui la Società Alta Italia di Elettricità ha deciso di esperimentarlo in alcune vetture delle tramvie ad accumulatori di Torino.

L'accumulatore Garassino sembra resista benissimo a cariche e scariche prolungate ed anormali e pei tipi speciali stazionari per offic ne tramviarie o d'illuminazione, garantisce correnti di scarica sino e 5 ampère per chilogramma di piastra, pur mantenendo intatta la solidità della piastra stessa.

Nella Mostra Internazionale di Torino sono esposte varie cassette coi principali tipi di accumulatori, trasportabili e stazionari, dal tipo N. 5 trasportabile della capacità di 50 ampere-ora stato adottato dal Ministero della Marina per le esperienze del telegrafo senza fili Marconi, fino al tipo stazionario N. 13, della capacità di 320 ampere-ora.

Aggiungerò ancora che ad assicurare il perfetto isolamento fra le piastre positive e negative ed a dare maggior solidità al suo accumulatore facendone un tutto compatto, il Garassino interpone fra le piastre stesse dei tralicci ad alveoli rotondi che non diminuiscono sensibilmente la superficie delle piastre.

Fig. 1 Avvolgimento della navetta

Delle Case estere l'*Accumulatoren-Werke Systeme Pollak* di Francoforte sul Meno espone elementi stazionari con recipienti in vetro ed un elemento in ebanite per trasporto.

La piastra Pollak, le cui numerose punte rinserrano bene la materia attiva, è molto solida e pare presenti una grande capacità. Tre grandi batterie del sistema Pollak sono in opera in Italia: una in Firenze capace di dare l'energia di 460 cavalli; una di 60 cavalli in Biella ed una di 500 cavalli per tre ore nell'officina tramviaria della Società Anonima Elettrica Alta Italia in Torino.

La *Compagnie des accumulateurs électriques Blot* di Parigi ha una bella esposizione di accumulatori Blot.

Detto accumulatore è del tipo Planté puro, cioè senza applicazione di ossidi nè a titolo definitivo, nè a titolo temporario.

La base dell'accumulatore Blot è una navetta (fig. 1).

Attorno all'anima di detta navetta *a a*, sono avvolti due nastri di piombo puro D e C, di cui l'uno D è ondulato e striato, e l'altro C è solo striato e ciò per impedire che i nastri vengano a saldarsi l'uno contro l'altro. La carcassa delle navette è di piombo antimoniato non attaccabile. La superficie offerta all'azione chimica, come di leggieri si comprende, è assai grande. Con nastri di un millimetro di spessore, un metro quadrato di superficie attiva pesa solamente 3 Kg.

La navetta formata come l'indica la fig. 2, è segnata in due parti eguali secondo la linea *a b*, e ciascuna metà forma una navetta elementare Riunendo poi insieme più navette simili in un quadro di piombo antimoniato si hanno placche *mezzo-unitaria* (fig. 3) od *unitaria* (fig. 4), come le chiamò il Signor Blot. La placca unitaria presenta appunto la superficie attiva di un metro quadrato ed ha il peso di 3 chilogrammi.

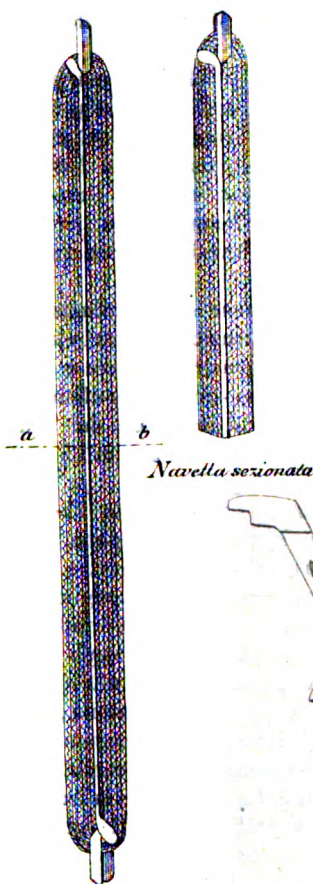



Fig. 3 Piastra ½ unitaria

Navetta sezionata

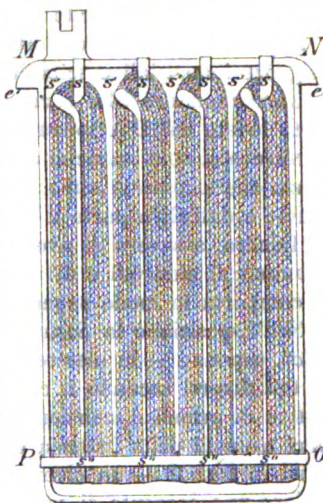
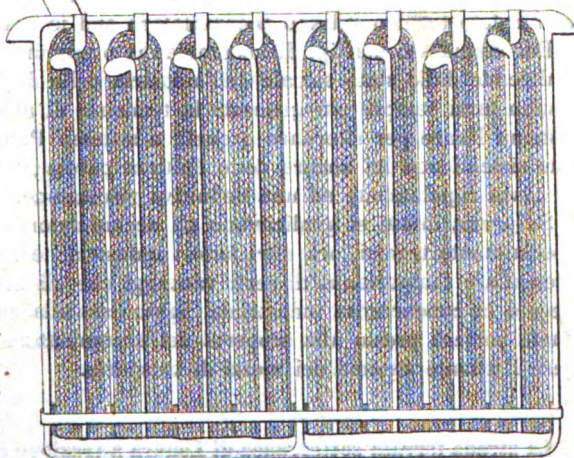



Fig. 4 Piastra unitaria

Fig. 2 Navetta

Le saldature pure in piombo antimoniato S mantengono l'asse delle navette sul quadro M N O P, le saldature S assicurano la conducibilità elettrica di tutti i nastri senza impedire a questi di dilatarsi in tutti i sensi.

Il quadro forma un tutto assai solido che conserva sempre la sua forma geometrica, qualunque sia il regime al quale si sottomette il piombo attivo della navetta.

Nell'accumulatore Blot veramente non vi è nulla di nuovo, perchè fin dal 1882 Kabath aveva costrutto un accumulatore a nastri di piombo di cui gli uni ondulati gli altri piani sovrapposti alternativamente, ma sia che in quel tempo fosse in gran

favore l'accumulatore a metodo Faure, sia che i dettagli di costruzione dell'accumulatore Kabath non fossero felici, è certo che detto accumulatore non ebbe avvenire.

Resta sempre il merito al Sig. Blot di avere ripreso l'idea degli accumulatori a nastro, e di averli costrutti in modo da rispondere completamente alle attuali esigenze industriali e scientifiche.

L'accumulatore Blot pare presentò dei vantaggi reali, poichè da una parte è stato lodato dal D'Arsonval di Parigi che assicura potere detto accumulatore sopportare non solo scariche a regime sforzato, ma benanco replicati brevi circuiti, senza che si osservi altro fenomeno che un leggiero allungamento dei nastri positivi; e dall'altra parte il Preece dopo le esperienze di un anno al Post-Office di Londra, assevera di aver ottenuto una capacità di 12, 7 ampere-ora per chilogramma di elettrodi e di aver constatato che a regimi elevati di carica e scarica si comporta in modo superiore.

Nell'Esposizione la *Società anonima per la fabbricazione degli accumulatori Blot,* espone: — le piastre in ogni loro passaggio di costruzione — vari elementi di tipi diversi secondo il catalogo — un elemento di 28 piastre positive e 29 negative di grandi dimensioni, della capacità di 5000 ampere-ora. Detto elemento è pari a quelli della batteria di 126 elementi che rischiara il quartiere dei Campi Elisi in Parigi — un elemento per trazione che può essere caricato in 15 minuti e dare una corrente di scarica di 5 e 6 ampere per chilogramma.

Prima di terminare questa rapida rassegna, accennerò ancora alla ***Tessitura** meccanica di Francesco Boggio in Castelnuovo Garfagnana* che espone parecchie cassette di due elementi di accumulatori per tricicli, ecc. Le piastre del signor Boggio, come lo indica lui stesso sono di piombo elettrolitico spugnoso coperto da tela di piombo, ed infatti dette piastre dello spessore di 5 a 6 millimetri presentano alla superficie un traliccio fatto con tela di piombo. Il Boggio non dà alcun dato tecnico sul suo accumulatore ond'io non posso che fare altrettanto.

Dal complesso dei tipi di accumulatori presentati a questa Esposizione, come d'altronde dallo stato attuale dell'industria della fabbricazione degli accumulatori, risulta farsi sempre più generale la tendenza di abbandonare gli accumulatori a sistema Faure per ritornare a quelli a sistema Planté. La lotta tuttavia fra questi due sistemi non ha ancora detto l'ultima parola; ma probabilmente la questione si avvia rapidamente ad una definitiva risoluzione.

Se prima infatti si giudicavano gli accumulatori solo sotto certi punti di vista specialmente tecnici, ora altri fattori industriali e finanziari possono aumentare o menomare l'importanza di certi vantaggi che gli inventori si sforzavano di ottenere e la concorrenza industriale aggiuntasi alla concorrenza scientifica individuale porterà presto alla scoperta dell'accumulatore perfetto, che dovrà sconvolgere l'attuale sistema dei mezzi di trasporto.

A. Sassernò.

La strada ferrata sotterranea di Londra a trazione elettrica. *(Thomson Houston).* — La strada ferrata sotterranea della *Central London Railway Co.* che si costruisce in questo momento a Londra è senza dubbio un lavoro molto importante e interessante dal punto di vista tecnico e segna ancora una volta di più un'applicazione del sistema Thomson Houston.

Questa impresa è stata concessa a una Compagnia costituita appositamente per questo scopo, la *Electric Traction Co.* la quale dopo un concorso aperto tra diversi costruttori, affidò l'installazione di tutta la parte elettrica della via, dell'officina e del materiale rotabile alla *British Thomson-Houston Co.*

La nuova strada ferrata consta di un tunnel lungo circa 10 Km., il quale attraversa in tutta la sua lunghezza la zona circondata dall'attuale strada ferrata metropolitana. La linea è a doppio binario e ogni binario è posto in un tunnel speciale metallico. Questi tunnel di forma tubolare furono scavati per mezzo del cosidetto scudo col metodo ben noto dell'Ing. Greathead; essi sono situati a una profondità di circa 25 metri sotto il suolo delle strade e sono costituiti da tubi di acciaio dello spessore di 22 millimetri e del diametro interno di m. 3, 50. Nelle stazioni per un tratto di circa 115 metri il diametro del tubo è di m. 6, 40. Per l'accesso alle stazioni si scavarono in ognuna tre pozzi: uno del diam. di m 5,50 e della profondità di m. 23, contiene due scale a spirale, gli altri due del diametro di 7 metri e della profondità di m. 26, 50 contengono 4 ascensori elettrici. Tali ascensori funzionano con una velocità di 46 metri al minuto e contengono ciascuno 46 viaggiatori. Si vede che nulla si trascurò per rendere facile e rapida la comunicazione tra le stazioni e il suolo.

Il binario è costituito da rotaie in acciaio del peso di Kg. 50 il metro corrente. Le rotaie in forma di V rovesciato sono fissate solidamente a tavoloni di quercia di forte spessore che funzionano da lungherina.

La corrente è portata alle locomotive per mezzo di una terza rotaia messa tra le due rotaie nell'asse della via, tale sistema già applicato in altri luoghi diede sempre risultati eccellenti. Gli isolatori che portano la terza rotaia sono di legno impregnato di creosoto, ed ogni giunto è collegato elettricamente per mezzo di due giunti Crown. Di più anche le rotaie ordinarie sono collegate elettricamente tra di loro ogni 80 metri circa.

L'esercizio della linea si farà con locomotive elettriche che rimorchieranno un treno di 7 vetture, capaci tutte insieme di 336 viaggiatori. Il peso del treno caricato senza contare la locomotiva è di 105 tonnellate.

Il numero delle locomotive preventivato per l'esercizio è di 32. La velocità media prevista è di km. 22, 5 all'ora, comprese delle fermate di 20 minuti secondi in ogni stazione. La velocità massima si eleva a circa 48 km.

Il servizio sarà fatto a grande frequenza, i treni si succederanno coll'intervallo di 2 minuti e mezzo ma tale frequenza potrà essere portata a soli due minuti quando il traffico lo esigerà.

Per ridurre al minimo il consumo di corrente si ricorse a una disposizione ingegnosa ideata dall'Ing. Baker. I tunnel invece di essere a livello da una parte e dall'altra delle stazioni, sono inclinati con una pendenza di 3 cm. per metro. È facile comprendere come questa semplice disposizione influisce sul consumo dell'energia. Quando il treno arriva a una stazione, la livelletta che deve superare serve a rallentare la sua velocità e si risparmiano i freni, quando il treno parte, in causa della discesa, il suo peso si aggiunge allo sforzo di démarrage, diminuisce quest'ultimo e permette di raggiungere presto la velocità massima. Si calcolò che l'economia di corrente dovuta a questa disposizione si eleva al 33 p. c.

La distribuzione della corrente presentava due soluzioni: si poteva alimentare la linea per mezzo di correnti alternanti trifasate a 5 000 volt che venivano trasformate in correnti continue a 500 volt, oppure impiegare direttamente la corrente continua a 600 volt con un sistema di distribuzione a 3 fili. La questione fu studiata e si arrivò al risultato che la distribuzione con correnti trifasiche trasformate era quella che dava origine a minori perdite, e tale sistema fu quello adottato.

La stazione generatrice è situata a un'estremità della linea a Shepherds Bush. Contiene 16 caldaie Babcock e Wilcox di 330 mq. di superficie riscaldata le quali possono produrre Kg. 5450 di vapore a 10, 5 atmosfere all'ora.

Nella sala delle macchine sono disposti sei gruppi composti ognuno di una motrice da 1300 cav. indicati che comanda un generatore trifasico da 850 kilowatt.

Le motrici a vapore sono *compound* a condensazione, fanno 94 giri al minuto e possono in caso di necessità fornire fino 1950 HP. Le dinamo sono a 32 poli, dànno una corrente trifasata di 25 periodi per secondo a un potenziale di 5000 volt. Il rendimento delle dinamo è garantito a pieno carico del 95 p. cento.

L'edificio può contenere ancora due gruppi di motore e dinamo oltre i sei accennati per i casi di ampliamento della linea.

Le sottostazioni trasformatrici sono quattro, si trovano in fondo ai pozzi degli ascensori, constano di due cavità circolari del diametro di 7 m. e di m. 4,55 di profondità. Una contiene i trasformotori statici, gli apparecchi di ventilazione e i quadri dell'alta tensione, l'altra i trasformatori e i loro quadri.

I trasformatori statici hanno una potenza utile di 300 kilowatt, ricevono la corrente alla tensione di 5000 volt e la riducono a 316 volt.

La corrente a 316 volt passa ai trasformatori rotativi Questi hanno una potenza di 900 kilowatts alla velocità di 250 giri al minuto. Essi forniscono la corrente continua a 500 volt. Il loro numero è di 6, due stazioni ne hanno due e altre due uno solo.

Le locomotive somigliano a quelle che fanno il servizio della linea di Baltimora sono lunghe 9 m. montate su due truck i cui assi distano di 4,50 mentre l'interasse di ogni singolo truck è di m. 1,75. L'altezza totale della locomotiva è di m. 2,95.

Il diametro delle ruote motrici è di m. 1,066. Il peso totale della locomotiva è di 42 tonnellate, i motori sono 4 del peso di 5445 kg. Lo sforzo di trazione al *démarrage* è di 6350 kg., lo sforzo di trazione normale alla velocità di 36 chilom. all'ora è di kg. 3630.

Le difficoltà di costruzione di un simile apparato così potente destinato a funzionare in un tunnel di dimensioni così ridotte erano parecchie, ma tutti gli ostacoli furono vinti in modo molto ingegnoso.

La cabina del manovratore è al centro della locomotiva, la presa di corrente è fatta per mezzo di due spazzole, una per ogni estremità della locomotiva in modo che non si hanno mai interruzioni di presa nè negli incrociamenti nè negli scambi.

Gli esperimenti fatti sui motori diedero a pieno carico un rendimento superiore al 92 per cento.

La manovra della locomotiva si fa mediante un apparato che permette di unire i quattro motori della locomotiva in serie, oppure due in serie e due in parallelo oppure tutti e quattro in parallelo.

I freni sono del tipo Westinghouse

I rendimenti garantiti dell'impianto sono: per le macchine a vapore a pieno carico ed a condensazione 92 per cento, per i generatori trifasici 95 per cento; per la linea, comprese le perdite delle sottostazioni 90 per cento; per la locomotiva a pieno carico 90 per cento.

L'impianto che attualmente è in costruzione sarà ultimato e pronto a funzionare negli ultimi mesi dell'anno corrente. Il servizio in ogni caso comincerà nei primi mesi del 1899.

Tipografia e Litografia degli Ingegneri. Ing. C. SALDINI, Gerente.

Redazione ed Amministrazione, Via Unione, 9 — **MILANO.**

ANNO XLVI

IL POLITECNICO

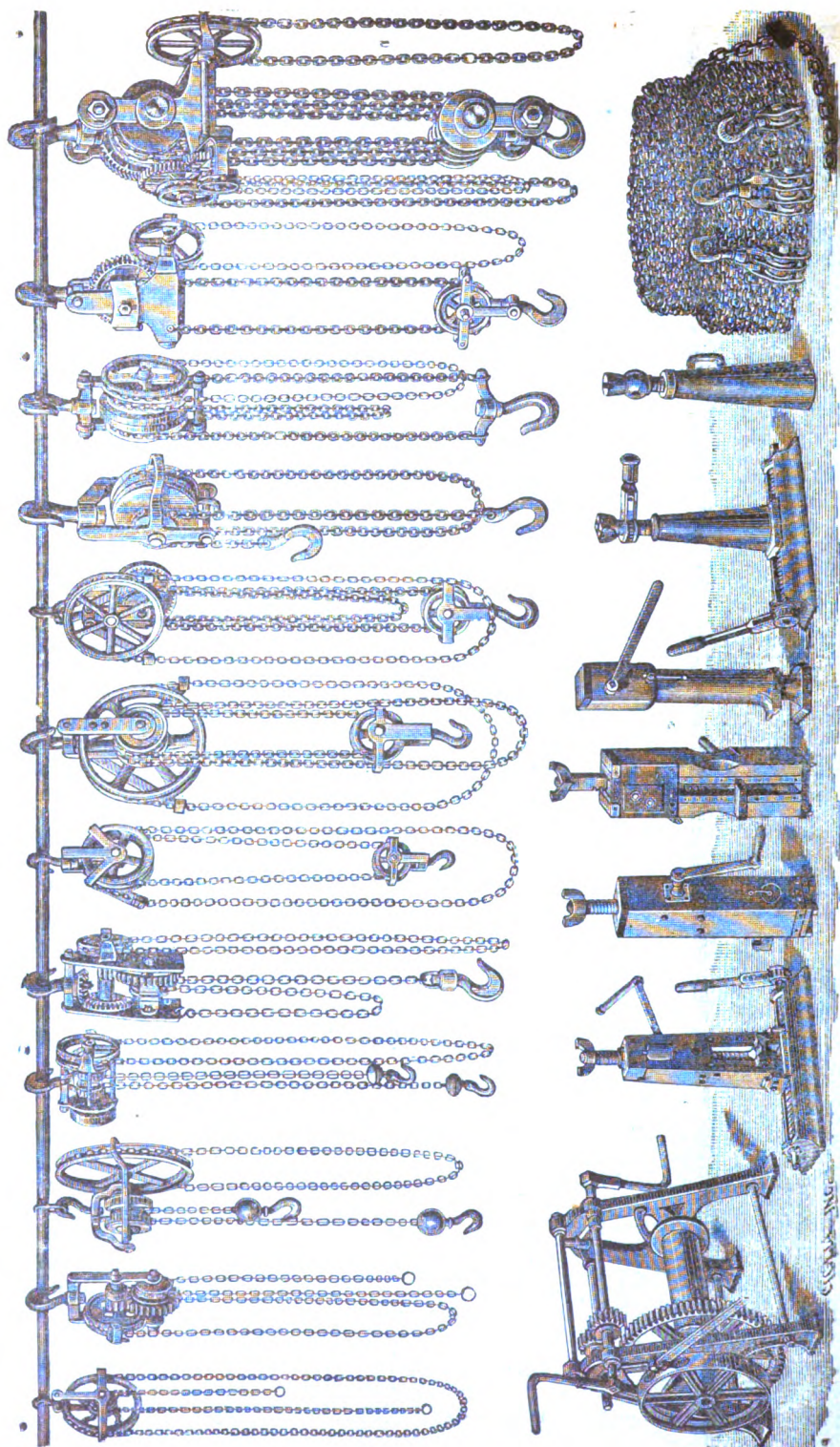
GIORNALE

DELL' INGEGNERE ARCHITETTO CIVILE ED INDUSTRIALE

Settembre 1898

SOMMARIO.

Colle Tavole 32 e 33 e sei figure intercalate nel testo.

MILANO
Tipografia e Litografia degli Ingegneri
9 — Via Unione — 9
1898

UN' OSSERVAZIONE

SUI TEOREMI DI CASTIGLIANO

NELL' EQUILIBRIO DEI SISTEMI ELASTICI.

È noto che nello studio dell' equilibrio dei sistemi elastici, quali s' incontrano nelle costruzioni, partendo dal principio generale che ne riassume in sè tutte le condizioni e che fu chiamato *principio delle velocità virtuali o principio del lavoro* (sebbene tali denominazioni si prestino ad interpretazioni non troppo esatte), si arriva ad una espressione detta *la funzione del lavoro* in analogia alla denominazione del predetto principio, dalla quale in modo semplicissimo si deducono tutte le condizioni a cui deve soddisfare il sistema che si studia e per mezzo delle quali vengono determinate le incognite del problema, siano esse relative alla sollecitazione ovvero alla deformazione.

Talune di queste condizioni sono affatto generali, cioè indipendenti dalla composizione e dalla sollecitazione del sistema e possono avere per conseguenza una importanza speciale, perchè nelle applicazioni s' impiegano nella loro forma generale, senza bisogno di passare per la funzione del lavoro scritta per il caso particolare che si considera.

Un esempio notevole di questa generalità è dato dal complesso delle equazioni di trasformazione per il calcolo dei sistemi elastici nel metodo degli spostamenti, le quali in realtà non sono che equazioni di condizione a cui devono soddisfare i sistemi, derivate dalla funzione del lavoro, per cui è stato lecito concludere, come ho fatto altrove, che il metodo degli spostamenti non è sostanzialmente diverso dal metodo delle derivate (*).

Un' altra equazione di condizione generale è quella che esprime uguaglianza tra la quantità che si è chiamata *lavoro di deformazione* del sistema (Φ) e la semisomma dei prodotti dei valori finali di tutte le forze esterne e degli spostamenti relativi dei loro punti d' applicazione, cioè

$$\Phi = \frac{1}{2} \Sigma \mathrm{R} r, \tag{I}$$

(*) Cfr. *Equilibrio interno dei sistemi elastici nel piano e nello spazio — Esposizione dei metodi delle derivate e degli spostamenti* — Ing. G. B. Sciolette — Roma Tip. F. Cuggiani (Bocca e Paravia).

essendo R le forze esterne, comprese ivi le reazioni corrispondenti a vincoli cedevoli, e r gli spostamenti relativi.

L'importanza di questa uguaglianza non deriva tanto dall'uso immediato che se ne può fare nella pratica delle costruzioni, quanto dal fatto che essa è stata assunta quasi come un nuovo principio o teorema, dal quale si sono dedotte molte conseguenze, tra le quali principalissime sono nel calcolo dei sistemi elastici *i teoremi delle derivate e del minimo lavoro* di Castigliano. È da questo punto di vista che considerando la predetta uguaglianza (I), si è condotti a fare sulla deduzione di quei teoremi l'osservazione che è oggetto di questa breve Nota.

Considero dapprima per semplicità un sistema qualsiasi di solidi lineari, articolati (senz'attrito), fisso nello spazio con vincoli comunque sovrabbondanti e sollecitato ai nodi da forze qualunque e, se si vuole, anche in punti intermedi degli assi, purchè in questo caso le forze siano dirette secondo gli assi medesimi: dicendo P_σ la tensione totale interna di un solido qualunque nella sezione definita in posizione dalla variabile σ, Ω l'area di questa sezione ed E il modulo di elasticità longitudinale, posto genericamente

$$\frac{1}{E\,\Omega} = \varepsilon,$$

si ha che la funzione del lavoro scritta pel caso preso in considerazione assume allora la forma semplicissima (*)

$$L = \frac{1}{2} \Sigma \int \varepsilon\, P_\sigma^2\, d\sigma - \Sigma R r, \tag{1}$$

in cui la integrazione va estesa alla lunghezza di ciascun solido, la prima sommatoria a tutti i solidi che lo compongono e la seconda sommatoria a tutte le forze esterne.

Ciò premesso, sia m il numero dei solidi o delle tensioni interne che si verificano in una determinata sezione di ciascun solido, che diremo

$$P_1,\ P_2, \ldots\ldots\ P_m,$$

e sia n il numero delle equazioni utili per la determinazione di queste tensioni fornite dalla statica dei corpi rigidi, essendo

$$m - n = k;$$

allora potremo assumere un numero n di queste tensioni interne come dipendenti dalle forze esterne R e dalle rimanenti k tensioni interne e, rappresentando queste ultime genericamente con U, potremo porre:

(*) Cfr. l. c.

$$
\begin{aligned}
P_1 &= \sum_{s=1}^{s=k} a_{1,s}\, U_s + \sum_{s=1}^{s=l} b_{1,s}\, R_s\,, \\
P_2 &= \sum_{s=1}^{s=k} a_{2,s}\, U_s + \sum_{s=1}^{s=l} b_{2,s}\, R_s\,, \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots \\
P_n &= \sum_{s=1}^{s=k} a_{n,s}\, U_s + \sum_{s=1}^{s=l} b_{n,s}\, R_s\,,
\end{aligned}
\tag{2}
$$

dove le quantità a e b sono coefficienti che si ritengono dipendenti soltanto dalla forma geometrica del sistema avanti la deformazione e l è il numero delle forze esterne. Inoltre tra le tensioni interne relative alla sezione fissata in ciascun solido e quelle definite dalla variabile σ esistono le relazioni

$$
\begin{aligned}
P_{1\sigma} &= P_1 + Q_1(\sigma), \\
P_{2\sigma} &= P_2 + Q_2(\sigma), \\
&\ldots\ldots\ldots \\
P_{n\sigma} &= P_n + Q_n(\sigma), \\
&\ldots\ldots\ldots \\
P_{m\sigma} &= P_m + Q_m(\sigma),
\end{aligned}
\tag{3}
$$

dove le funzioni $Q(\sigma)$, benchè discontinue in dipendenza della variabile σ restano sempre tuttavia funzioni omogenee di primo grado delle forze esterne.

Derivando ora la funzione del lavoro successivamente prima rispetto alle U (ossia rispetto alle P rimaste come indipendenti), si ottiene il sistema di condizioni

$$
\left.
\begin{aligned}
\frac{\delta L}{\delta U_1} &= \sum_{s=1}^{s=n} \int \varepsilon_s P_{s\sigma} \frac{\delta P_{s\sigma}}{\delta U_1} d\sigma + \int \varepsilon_{n+1} P_{(n+1)\sigma} d\sigma = 0, \\
\frac{\delta L}{\delta U_2} &= \sum_{s=1}^{s=n} \int \varepsilon_s P_{s\sigma} \frac{\delta P_{s\sigma}}{\delta U_2} d\sigma + \int \varepsilon_{n+2} P_{(n+2)\sigma} d\sigma = 0, \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
\frac{\delta L}{\delta U_k} &= \sum_{s=1}^{s=n} \int \varepsilon_s P_{s\sigma} \frac{\delta P_{s\sigma}}{\delta U_k} d\sigma + \int \varepsilon_{n+k} P_{(n+k)\sigma} d\sigma = 0,
\end{aligned}
\right\}
\tag{II}
$$

e quali insieme alle (2) forniscono un complesso di m equazioni, quante cioè sono necessarie per la determinazione di tutte le tensioni.

Derivando poi la medesima funzione (1) rispetto alle forze esterne R rimaste tutte anche esse come indipendenti, si ottiene quest'altro sistema di equazioni di condizione

$$\left.\begin{array}{l} \dfrac{\delta L}{\delta R_1} = \sum\limits_{s=1}^{s=n} \int \varepsilon_s P_{s\sigma} \dfrac{\delta P_{s\sigma}}{\delta R_1} d\sigma - r_1 = 0, \\ \dfrac{\delta L}{\delta R_2} = \sum\limits_{s=1}^{s=n} \int \varepsilon_s P_{s\sigma} \dfrac{\delta P_{s\sigma}}{\delta R_2} d\sigma - r_2 = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \dfrac{\delta L}{\delta R_l} = \sum\limits_{s=1}^{s=n} \int \varepsilon_s P_{s\sigma} \dfrac{\delta P_{s\sigma}}{\delta R_l} d\sigma - r_l = 0, \end{array}\right\} \qquad (III)$$

con le quali si determinano gli spostamenti dopo compiuta la ricerca delle tensioni interne.

E qui si deve notare che il gruppo di condizioni (II) risponde al teorema del minimo lavoro e il gruppo (III) al teorema delle derivate di Castigliano.

Ora se moltiplichiamo le (III) rispettivamente per $\frac{1}{2} R_1$, $\frac{1}{2} R_2$,....... ecc., sommiamo e teniamo conto che essendo $Q(\sigma)$ funzioni omogenee di 1° grado delle forze esterne, sta

$$R_1 \frac{\delta Q_s(\sigma)}{\delta R_1} + R_2 \frac{\delta Q_s(\sigma}{\delta R_2} + \ldots\ldots + R_l \frac{\delta Q_s(\sigma)}{\delta R_l} = Q_s(\sigma),$$

si ottiene

$$\frac{1}{2}\sum_{s=1}^{s=n}\int \varepsilon_s P_{s\sigma} \left\{ Q_s(\sigma) + \sum_{t=1}^{t=l} b_{st} R_t \right\} d\sigma + \frac{1}{2}\sum_{s=n+1}^{s=n+k}\int \varepsilon_s P_{s\sigma} Q_s(\sigma) d\sigma = \frac{1}{2}\sum R r,$$

od anche a motivo delle (2) e (3),

$$\frac{1}{2}\sum_{s=1}^{s=n}\int \varepsilon_s P_{s\sigma}^2 d\sigma - \frac{1}{2}\sum_{s=1}^{s=n}\int \varepsilon_s P_{s\sigma} \left(\sum_{t=1}^{t=l} a_{st} U_t\right) d\sigma +$$

$$+ \frac{1}{2}\sum_{s=n+1}^{s=n+k}\int \varepsilon_s P_{s\sigma} Q_s(\sigma) d\sigma = \frac{1}{2}\sum R r;$$

ma, per le condizioni (II) combinate convenientemente, si ha pure

$$\frac{1}{2}\sum_{s=1}^{s=n}\int \varepsilon_s P_{s\sigma} \left(\sum_{t=1}^{t=n} a_{st} U_t\right) d\sigma + \frac{1}{2}\sum_{s=n+1}^{s=n+k}\int \varepsilon_s P_{s\sigma} P_s d\sigma = 0,$$

od anche per le (3)

$$\frac{1}{2}\sum_{s=1}^{s=n}\int \varepsilon_s P_{s\sigma}\left(\sum_{t=1}^{t=n} a_{st} U_t\right) d\sigma - \frac{1}{2}\sum_{s=n+1}^{s=n+k}\int \varepsilon_s P_{s\sigma} Q_s(\sigma) d\sigma = -$$

$$-\frac{1}{2}\sum_{s=n+1}^{s=n+k}\int \varepsilon_s P^2_{s\sigma} d\sigma;$$

sostituendo per conseguenza nella precedente si ha

$$\frac{1}{2}\sum_{s=1}^{s=n}\int \varepsilon_s P^2_{s\sigma} d\sigma + \frac{1}{2}\sum_{s=n+1}^{s=n+k}\int \varepsilon_s P^2_{s\sigma} d\sigma = \frac{1}{2}\sum R r$$

ossia

$$\frac{1}{2}\sum\int \varepsilon P^2_\sigma d\sigma = \frac{1}{2}\sum R r,$$

e siccome il primo membro di questa uguaglianza esprime il lavoro di deformazione di tutto il sistema, così dessa costituisce la equazione (I) per il caso considerato.

Se in luogo di un sistema articolato senza flessione, si prende a considerare un sistema qualunque i cui solidi componenti soddisfino per forma e sollecitazione alle condizioni per le quali sono verificate del tutto o prossimamente le leggi di distribuzione interna delle forze stabilite nel problema di De Saint-Venant, la funzione del lavoro in questo caso assume la forma più complessa

$$L = \Sigma\left[\frac{1}{2}\left(\int\frac{P^2}{E\Omega} d\sigma + \int\frac{M^2}{E I_s} d\sigma + \int\frac{N^2}{E I_t} d\sigma\right.\right.$$

$$\left. + \int A_1 S^2 d\sigma + \int B_1 T^2 d\sigma + \int C_1 L^2 d\sigma\right)$$

$$\left. + \int A_2 T L d\sigma + \int B_2 L S d\sigma + \int C_2 S T d\sigma\right] - \Sigma R r,$$

in cui la R può ora rappresentare forze o momenti (azioni esterne) e r gli spostamenti relativi, ossia traslazioni o rotazioni. Anche qui basandosi sul complesso delle equazioni utili per la ricerca delle azioni interne fornite dalla statica dei corpi rigidi, si arriva con uguale procedimento a due gruppi di equazioni di condizione analoghi ai due (II) e (III) e poi dalla loro combinazione alla equazione risultante

$$\Sigma\left[\frac{1}{2}\left(\int\frac{P^2}{E\Omega} d\sigma + \int\frac{M^2}{E I_s} d\sigma + \int\frac{N^2}{E I_t} d\sigma\right.\right.$$

$$\left. + \int A_1 S^2 d\sigma + \int B_1 T^2 d\sigma + \int C_1 L^2 d\sigma\right)$$

$$\left. + \int A_2 T L d\sigma + \int B_2 L S d\sigma + \int C_2 S T d\sigma\right] = \frac{1}{2}\Sigma R r,$$

e poichè il primo membro esprime il lavoro di deformazione dei sistemi presi in considerazione, per essi pure resta confermata la relazione (I), che può enunciarsi più in generale così: *Il lavoro di deformazione è uguale alla semisomma dei prodotti che si ottengono moltiplicando ciascuna azione esterna (forza o momento) per lo spostamento relativo (traslazione o rotazione).*

La medesima relazione (I) estesa a sistemi elastici qualsivogliono, sollecitati da forze qualunque in equilibrio, prende il nome di *teorema del lavoro di Clapeyron* dall'autore che per il primo l'ha stabilito nella teoria matematica dell' elasticità.

Or bene, dall'esposizione fatta segue immediatamente che la suddetta equazione (I) non è che una deduzione puramente algebrica dei due sistemi di equazioni coesistenti (II) e (III) e poichè questi esprimono condizioni a cui devono soddisfare i sistemi per i quali sono scritte, così anche la (I) non esprimerà altro che una condizione, la quale potrà essere sostituita, a parte la convenienza di farlo all'atto pratico, ad una qualunque delle equazioni (II) o (III).

Peraltro è subito visto che questa equazione risultante è per forma e composizione molto più generale, perchè mentre in una qualunque delle equazioni dei gruppi (II) e (III) entrano soltanto alcune delle azioni sia interne sia esterne, dipendentemente dalla scelta, che può farsi in diversi modi, delle quantità dipendenti e indipendenti, nella (I) invece concorrono tutte le azioni e tutti gli spostamenti relativi delle azioni esterne.

È per questa ragione forse che alla equazione (I) venne attribuita l'importanza di un nuovo principio o teorema: a questo proposito il Lamé alla fine della 7.ª lezione del suo corso sulla teoria matematica dell'elasticità, così si esprime: « ...... *Admettons que le théorème de M. Clapeyron* » *ne soit pas un principe nouveau, qu' il soit une extension, une trans-* » *formation du principe des forces vives, ou, pour parler un langage* » *aujourd' hui de mode, du principe du travail: cette extension est* » *toujours une conquête de plus pour le même principe du travail* » *déjà si riche de conséquences* ».

In realtà adunque, tanto la equazione (I) che costituisce un teorema così generale che in certo modo può sostituirsi al principio delle velocità virtuali, quanto le equazioni (II) e (III) che costituiscono rispettivamente i teoremi del minimo lavoro e delle derivate, debbono ritenersi come una esplicazione immediata dello stesso principio generale del lavoro. Per conseguenza se da una o più equazioni dei gruppi (II) e (III), specializzate se si vuole per qualche caso, si deduce la (I), come ho fatto vedere testè in modo generale, non sembra più lecito da questa ritornare alle (II) e (III) sotto qualsiasi altro aspetto per dar loro poi l'interpretazione dei teoremi delle derivate e del minimo lavoro.

Questa, se non erro, è precisamente la via battuta dall'Ing. Castigliano nella deduzione dei teoremi delle derivate e del minimo lavoro contenuta nel suo trattato: *Théorie de l'èquilibre des systèmes élastiques.* Così per

esempio nella tensione di un filo elastico si parte dalla condizione

$$\frac{l\,R}{E\,\Omega} = r\,,$$

e siccome per l'equilibrio deve essere

$$P = R\,,$$

così combinando le due condizioni si ha subito

$$\frac{1}{2}\,\frac{l}{E\,\Omega}\,P^2 = \frac{1}{2}\,R\,r,$$

ossia l'equazione di condizione risultante (I) senza bisogno di fare alcuna ipotesi sulla dipendenza tra le azioni esterne e gli spostamenti, per cui si dice che l'equazione (I) sta qualunque sia il modo col quale s'intende che le azioni esterne dal valore zero hanno assunto il loro valore finale. Ma allora non è più lecito dalla (I) ritornare in qualsiasi modo alla (4) sotto la forma

$$\frac{\delta}{\delta\,R}\left(\frac{1}{2}\,\frac{l\,P^2}{E\,\Omega}\right) = r,$$

per dare poi ad essa l'interpretazione del teorema delle derivate del lavoro.

Così pure per un sistema di aste articolate alle estremità, caricato ai nodi senza flessione, facilmente partendo ancora dalla condizione (4) si trova, che tra la tensione interna P_{pq} di un'asta che congiunge due nodi qualunque p e q e le componenti

$$\xi_p\,,\ \eta_p\,,\ \zeta_p \qquad e \qquad \xi_q\,,\ \eta_q\,,\ \zeta_q$$

dei loro spostamenti contati parallelamente a tre assi ortogonali qualunque, esiste la relazione

$$\left(\frac{l}{E\,\Omega}\right)_{pq} P_{pq} = a_{pq}\,(\xi_p - \xi_q) + b_{pq}\,(\eta_p - \eta_q) + c_{pq}\,(\zeta_p - \zeta_q),$$

dove a_{pq}, b_{pq}, c_{pq} sono i coefficienti trigonometrici di direzione dell'asta, e simili a questa esistono tante altre relazioni quante sono le aste che compongono il sistema, avvertendo che di queste relazioni sono indipendenti tra loro soltanto un numero eguale a quello delle aste necessarie, le rimanenti essendo una conseguenza algebrica delle prime; ma è pur facile vedere che tutte queste relazioni stabilite partendo dalla (4) corrispondono precisamente al gruppo di condizioni (II), cioè al teorema del minimo lavoro. Difatti considerando l'asta $p\,q$ in equilibrio sotto le reazioni R_p e R_q che tengono il posto dei vincoli provenienti da tutto il resto del sistema, la funzione del lavoro scritta per essa è

$$L = \frac{1}{2}\left(\frac{l}{E\,\Omega}\right)_{pq} P^2_{pq} - \Sigma\,R\,r\,,$$

dove per R e r s' intendono qui le componenti delle reazioni e degli spostamenti relativi: derivando quindi rispetto a P_{pq} e tenendo conto delle equazioni che legano queste componenti con l'azione interna, si ha l'equazione di condizione

$$\frac{\delta L}{\delta P_{pq}} = \left(\frac{l}{E \Omega}\right)_{pq} P_{pq} - a_{pq} (\xi_p - \xi_q) - b_{pq} (\eta_p - \eta_q) - c_{pq} (\zeta_p - \zeta_q) = 0$$

e le analoghe per tutte le altre aste. È ovvio ora che, per quanto abbiamo veduto in generale, il Castigliano combinando queste equazioni di condizione con quelle di equilibrio dei nodi, arrivi alla equazione (I), cioè

$$\frac{1}{2} \Sigma \frac{l P^2}{E \Omega} = \frac{1}{2} \Sigma R r$$

per il caso particolare preso in considerazione, estendendone poi l'applicabilità a qualunque sistema; ma è pure egualmente ovvio, che non sia più lecito allora di dedurre da essa con considerazioni qualsiansi i teoremi delle derivate e del minimo lavoro, che sono già contenuti nelle equazioni stesse di condizioni da cui si sono prese le mosse.

In conclusione, la verità è questa, come ho avuto occasione di dire altrove, (*) che tutte le condizioni a cui devono soddisfare i sistemi elastici in equilibrio contenute in una qualunque delle equazioni dei gruppi (I), (II), (III), discendono direttamente dal principio generale del lavoro e che tutte si riassumono nella funzione del lavoro, dalla quale si derivano in modo uniforme e facilissimamente per ciascun caso delle applicazioni, traducendosi allora nella forma di uno dei noti teoremi delle derivate, del minimo lavoro, del lavoro ideale, di reciprocità, ecc, in conseguenza delle ipotesi speciali e della scelta che si fa tra tutte le quantità del problema, cioè azioni e spostamenti, di alcune come quantità dipendenti e delle altre come quantità indipendenti.

Roma, Agosto 1897.

G. B. SCIOLETTE.

(*) Cfr. l. c.

L'ANTICA CELLA

O CAMERA SUPERIORE DEL PRIORE

NELLA CERTOSA DI PAVIA.

Gradatim.

Dalla Relazione dell'Ingegnere Antonio de Marchi, di Crema, del 18 marzo 1402, risulta che già a quell'epoca erano state erette « *parietes tres celle domini prioris long. in summa circha brachia triginta sex cum dimidio gross. de testis septem* ecc. » e cioè tre delle pareti della grande Cella ad uso del Priore della Certosa di Pavia, e così pure due dei lati che recingevano « *ortum et curtesellam suprascripte celle* ».

Ora, non è dubbio che, anche per la vicinanza a quella piccola corte, ora recinta da portici e che costeggia il lato occidentale del Refettorio dei Monaci e dei conversi, quella cella più delle altre spaziosa e destinata al Priore vada ravvisata nella grande camera pressochè quadrata, di m. 8 di lunghezza per m. 7 di larghezza e dell' altezza di circa m. 9, ricoperta da volta a crociera e tutta quanta decorata nella sua parte superiore da affreschi della fine del XV secolo.

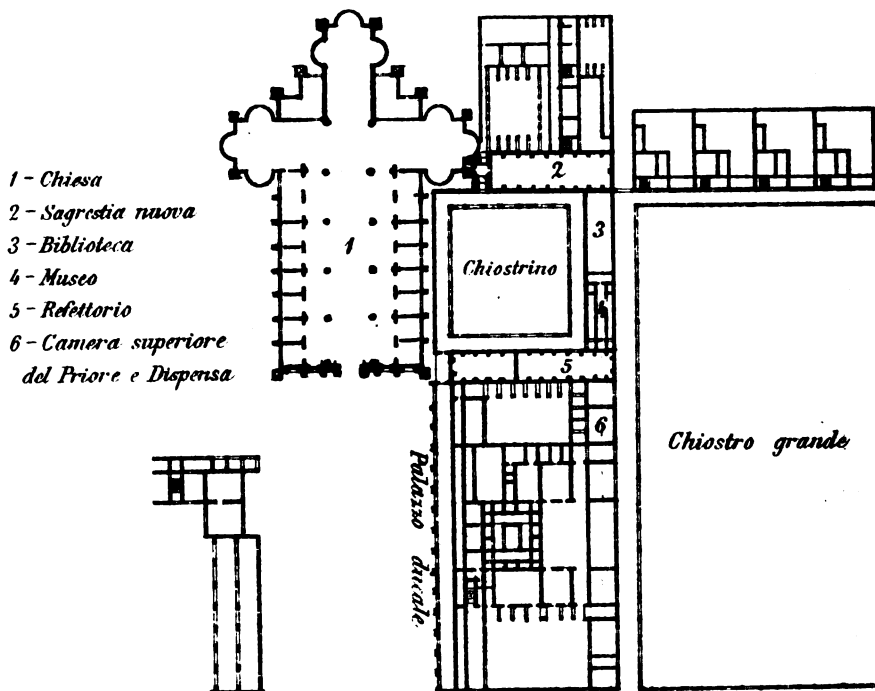
Solo, quell' ampio locale di grande interesse perchè pertinente alle originarie costruzioni del chiostro nel corso del XV secolo, studiate testè con novità d'intenti dall'Arch. Beltrami e dall'Ufficio Regionale, fu dimezzato manifestamente in epoca posteriore, come può arguirsi dalle mensole con fiorami di stile classico che sostengono la grande trave mediana del soffitto, e se ne fecero quindi due ambienti, di m. 4 $^1/_2$ d'altezza il superiore e di 4 l'inferiore, senza alcun riguardo al carattere artistico della costruzione.

Con tale deturpazione, le pareti di questa sala con volta a crociera furono più volte ricoperte di bianco, risparmiandosi solo, oltre alle decorazioni della vôlta, due affreschi quadrangolari di due metri circa d' altezza per un metro di larghezza colle scene del Cristo crocifisso a destra e della Vergine in trono fra santi diversi a sinistra, nella camera superiore, ed altro affresco della Vergine col bambino in braccio, recinta da una corona di frutta leggiadramente legata con nastri rossi le cui estremità svolazzano ai due lati. Due altri puttini oranti stan no

più in basso sotto questa pittura sull'orlo della cornice dipinta, parimente a fresco, di una porticina quadrangolare.

Che si trattasse però originariamente di un solo ed unico ambiente, lo si comprende agevolmente dall'aspetto singolare che presenta la camera superiore, nella quale le quattro poderose cordonature della volta a crociera terminano a poca altezza appena dal pavimento della camera.

Anche le due finestre rettangolari della parete verso il cortile in cui furono praticate le aperture d'accesso ai due locali dimezzati, sono così alte che, pur coll'impianto del soppalco di divisione si dovette lasciare libero il vano alle aperture superiori in quelle finestre che oltrepassavano quel soffitto, e la camera superiore riceve poi luce da un'apertura circolare praticata per dar luce alla volta e che guarda verso il chiostro grande.

Trovasi questa camera a crociera dimezzata nel braccio di fabbricato

che costeggiando, nella direzione da ponente verso levante, il chiostro grande si addossa alla gran sala destinata ad uso di Refettorio dei professi, e di là continuando dà luogo ai locali della Barberia d'una volta, alla Biblioteca, già in passato Infermeria, e da ultimo ad altre due casette di religiosi, come dallo schizzo planimetrico quì appresso.

Può così dirsi facesse simmetria questa sala, attigua al vasto ambiente del Refettorio e dal lato opposto, alla grande camera con volta a crociera, ora riservata a Museo, che fu evidentemente tramezzata essa pure in epoca posteriore, notandosi solo che la prima di esse non si appoggiava direttamente all' attuale Refettorio, ma aveva di mezzo altro locale di dimensioni d'alcun poco minori, ma che sembra essere stato diviso esso pure con tramezzo all' epoca in cui avvenne l'egual deturpazione per la sala con volta a crociera di cui discorriamo.

Entrambi questi vasti ambienti costeggiati a mezzogiorno dal porticato del chiostro grande verso il quale dava accesso apposito androne dopo la sala a crociera, avevano davanti a loro nel lato verso tramontana in cui s' aprivano le porte, una piccola corte con portici su tre lati che per l'aspetto suo ricorda in maggiori proporzioni gli spazii destinati ad uso giardinetto d' ogni singola cella.

E notisi che l' accesso al Refettorio dalle cucine presso la Foresteria era posto primitivamente dove vedesi tuttora presso il Refettorio dei laici, e il cortile, recinto forse colà da piccolo muro, ne rimaneva così isolato ed aveva ad esclusivo suo uso anche un pozzo costrutto con qualche eleganza proprio davanti alla sala a crociera.

Ora, tutte queste circostanze lasciano arguire che tali locali, fra cui quello con volta a crociera, costrutto forse nella prima metà del XV secolo con soverchia grandiosità ad uso di Priorato (1), sì da rimaner vicini agli antichi locali della foresteria, al chiostro maggiore colle celle dei Certosini, ed ai servizii minori di cucina, cantina, ecc. — siano poi stati divisi in più camerette di cui quella superiore del Priore verso la fine del XV secolo, — fino a che, costruttisi poi poco dopo la metà del XVI secolo locali più ampii ad uso di foresteria e lo stesso palazzo ducale, passò il priorato ad occupare la cella estrema all' angolo sud-ovest del chiostro grande.

Da quell'abitazione assai più decorosa e provvista di più ampio cortile e giardino, riesciva agevolato il passaggio alla foresteria e ai locali di servizio, quali la cucina, le cantine, i granai ecc., e benchè più lontana d' assai dal chiostrino piccolo e dalla chiesa offriva il modo di

(1) Una prova di ciò l'abbiamo nel vedersi decorati con maggior garbo e finezza degli altri i due capitelli dell'androne che dava accesso dal chiostro grande ai locali del pristino Priorato. Scorgonsi effigiati in quei capitelli, a destra la vergine col bambino in grembo e a sinistra Gian Galeazzo che, assistito da un monaco, le presenta il modello in rilievo del gran tempio certosino. Anche i due capitelli di fronte ad essi nel portico, portano, a differenza degli altri, le insegne viscontee ed i gigli di Francia tanto ambiti dal fondatore della Certosa.

meglio sorvegliare dal sovrastante terrazzo l'intiero chiostro grande in cui si aprivano le varie celle dei religiosi.

Non abbiamo notizie precise fin qui dell'anno in cui avvenne tale trasloco del priorato, ma una lapide che vuolsi già esistente nella Cappella a primo piano degli appartamenti suntuosamente decorati del Priore e che fu ora ricoverata nei locali a terreno della Corte ducale destinati ad uso di magazzino, ne fornisce un chiaro indizio per fissare tale epoca verso il 1567, allorchè, in seguito alla Circolare di papa Pio V del 1 aprile 1566, molti cangiamenti vennero effettuati nella chiesa e nel chiostro della Certosa pavese, nell'intento di meglio uniformarsi alle strette regole canoniche.

Furono allora relegati nella Biblioteca i cofani ducali che i monaci medesimi erano stati orgogliosi di mostrare al viaggiatore tedesco Fichard l'anno 1536 e che egli attesta dell'egual materiale d'avorio della pala dell'altare maggiore ossia del Trittico dell'Embriachis; e poichè quello stesso altar maggiore, già consacrato nel 1497, fin dall'originaria costruzione del tempio, e così decorato, come il trittico, di scene dei vangeli apocrifi, veniva dagli stessi padri certosini trasportato l'anno 1567 alla loro Grangia di Carpiano in seguito al rifacimento di quella chiesa a cura del padre G. B. Verano, collocavano essi nella sagrestia vecchia del tempio il Trittico d'avorio come mero ornamento parietale.

Tutto ciò evidentemente allo scopo di non lasciare in ispecial posto d'onore nel tempio un altare ed un trittico fatti bensì eseguire dai pristini padri certosini fino dall'epoca della fondazione, ma decorati di scene, alcune tollerate ed altre perfino biasimate dei Vangeli apocrifi, quantunque ciò fosse stato fatto evidentemente, per l'altare almeno, dietro ispirazione del padre Stefano Macone, grande fautore di Urbano VI, in omaggio al culto di Sant'Anna introdotto per la prima volta da quel pontefice nella chiesa d'Occidente l'anno 1378.

Provvidero d'altronde con tali espedienti a far luogo ad un nuovo altar maggiore più consono alle nuove discipline che andavansi diffondendo nelle chiese della cristianità, del collocamento cioè dell'altare stesso, anzichè nel capocroce, in fondo all'abside mediano della chiesa, e della decorazione sua con scene e simboli aventi di mira più specialmente il mistero eucaristico.

Per quanto risguarda la disciplina interna del chiostro, la nuova ubicazione della cella del Priore nel quadrato stesso del gran chiostro, meglio permetteva ad esso di adempire agli uffici di sorveglianza, ed è ragionevole quindi l'argomentare che anche tale misura facesse parte

di quel complesso di novazioni che vennero introdotte nel tempio e nel cenobio della Certosa pavese in seguito all'accennata Bolla di Pio V.

Ora la lapide di cui facemmo poco fa menzione, (1) collocata oggi in magazzino presso ai resti dello scomposto altare della Cappella del Priore, si riferisce per l'appunto ad una speciale indulgenza che viene ad essa concessa dal Cardinale Alessandrino Michele Bonelli, che tanta influenza ebbe sotto il pontificato del suo illustre compatriota Ghislieri di Bosco Marengo, cosicchè è lecito arguire sia quel singolare favore stato da lui impartito all'epoca della fondazione della Cappella stessa, resa necessaria coll'avvenuto trasloco dei locali del Priorato in più opportuna e decorosa sede.

E aggiungasi, a maggior prova, che alcuni dei resti marmorei di quell'altare, e così più specialmente il piedestallo col motto chiesastico « empti estis precio magno » si addimostrano dello scalpello dello stesso Volpi Ambrogio di Casale che condusse a fine, negli anni dal 1567 al 1576 l'altar maggiore attuale colla vicina sedia sacerdotale, l'edicola col leggìo del Vangelo e i due basamenti pel sostegno del trittico nella sagrestia vecchia, come fu esposto testè nei N. 18, 19 e 20 del *Monitore Tecnico.*

Data da ultimo da quell'epoca (1568) anche il portico dei novizii in fondo al chiostro grande sotto la suprema sorveglianza del padre priore Don Innocenzo della Croce, come dalla lapide quadrata di centimetri 40 per lato che serbasi tuttora nella sala destinata ad uso museo e che accenna all'edificazione contemporanea del poderoso muro di cinta del chiostro (2). E v'è altresì nell' edicoletta a croce greca

(1) La lapide quadrangolare, delle dimensioni di Cent. 35 per lato, porta la seguente iscrizione:

ILL.VS ET R.VS DNS MICHAEL BONELLVS
CARDINALIS ALEX. NOCVPATVS ET
LEGATVS SEDIS APOSTOLICE (sic)
PER ITALIAM GALLIAM HISPANIAM Q.
COCESSIT HVIC CAPELLE INDVLGENTIAM
TRECENTVM DIER. QVOTIENSCVMQ.
ALIQVIS DIXERIT QVINQVIES PR. NR.
ET TOTIDEM AVEMARIA.

(2) La lapide è del tenore seguente:

MDLXVIII K.
AVG POS FVIT
EDIFICATVS CVM
EDIFICIO MENIE
VNO EODEM TEPORE.

accanto al portico, in cui, come nella corte e nell'atrio ducale, va veduta in taluni particolari la mano maestra del Volpi, altra lapidetta identica a quella testè ricordata, colla estensione della speciale indulgenza impartita dal Cardinale Alessandrino anche a quella piccola cappella claustrale.

Avvenuto il trasloco del priorato, ebbero i vecchi locali diversa destinazione, e come erano già state adibite nel penultimo decennio del XV secolo ad uso di dispensa e passaggio al refettorio le camere inferiori a piano terreno, e s' era il Priore ridotto ad abitare nella camera superiote con volta a crociera, — una volta che fu da esso abbandonata anche quella camera, venne assegnata la medesima a più modesti usi cenobitici, facendo riscontro, dall' altro lato del refettorio al locale del Museo, già in passato barberìa, ufficio quest' ultimo di qualche importanza nelle congregazioni certosine ove i monaci sono tenuti per disciplina a radersi il capo due volte al mese.

Di tutti questi tramutamenti che ebbero luogo nella destinazione dei varii locali del monastero certosino di Pavia, riesce difficile oggidì, come dicemmo, il rendersi conto attesa la perdita di molti dei documenti riferentisi a quel monumento, — ma, per quanto concerne i due ambienti della gran sala con volta a crociera di cui si fece menzione, si ha una prova della destinazione che ebbero in passato di camera del priore nel piano superiore, e di dispensa per le vivande del Refettorio nel camerone a piano terreno, dai dipinti a fresco che li decorano e dei quali si hanno chiari e precisi documenti.

E, innanzi tutto, per quel che riflette la camera superiore con volta a crociera, a cui si ha accesso dal loggiato a primo piano, mercè una scala di pochi gradini tagliata nel muro stesso della parete, — che essa fosse verso la fine del XV secolo la camera superiore del Priore ci viene attestato dall'esistenza che vi si constata tutt'oggi sulle due pareti a destra ed a sinistra aventi luce dalla finestra verso il chiostro grande, di due dipinti a fresco a foggia di quadri rettangolari ascrivibili a quel pittore di insigne merito, e a quanto sembra scolaro del Borgognone, che fu il pavese Bernardino de Rossi.

Nella pittura a fresco di destra vediamo riprodotta la scena del Cristo crocifisso fra la madre Maria e l'apostolo prediletto Giovanni, mentre la Maddalena, penitente in ispeciale onore presso i Certosini, abbraccia lacrimosa il tronco della croce, la quale sfonda sopra un paesaggio lontano con una torre a merlatura coperta in ricordanza delle mura di Gerusalemme.

Nell'altro affresco che gli sta di faccia scorgiamo dipinta con un vivace tono di colorito, la Vergine in trono col divin figlio in braccio, ai cui fianchi stanno, a destra dell'osservatore San Gerolamo in abito cardinalizio intento alla lettura di un sacro libro e a sinistra S. Giovanni egregiamente disegnato. Davanti alla Vergine e al divino Infante si prostra poi, in atto di espansiva adorazione pel suo mistico matrimonio Santa Caterina da Siena , il cui vestito domenicano , dai toni bianchi e neri spicca con un singolare impasto e con tale vivezza di tinte, quali solo seppe raggiungere da noi coll' affresco quel valente pittore che fu Bernardino de Rossi.

Già si è notato in altra monografia (1) come il carattere veramente personale di questo frescante pavese sia cert: chiara e vivace gamma di colorito ed una speciale tempra d'impasto che maggiormente spicca nelle tonalità bianche e nere degli abiti dei Domenicani e in quelli interamente bianchi dei Certosini.

Ora, tutte queste caratteristiche si ravvisano siffattamente in entrambi tali affreschi, che, pur senza il sussidio d'alcun documento, massime trattandosi di locali della Certosa ove l'opera del Bernardino de Rossi ebbe sì largamente ad esplicarsi, non vi sarebbe da esitare nel porre innanzi il nome suo.

Senonchè, abbiamo nel caso in questione anche l'appoggio di una attestazione autorevole e cioè l'annotazione redatta al riguardo dal padre Matteo Valerio, priore della Certosa di Pavia negli anni dal 1605 al 1645, il quale, raccogliendo molto opportunamente notizie artistiche diverse relativamente alla Certosa pavese, trascrive la seguente:

« 1494 — M.° Bernardino de Rossi, pittore in Pavia, ha fatto certe figure nella camera superiore del padre Priore l'anno 1494 » (2).

Benchè non parli qui il Valerio che di figure, l'esservi designata la camera del priore come superiore, e cioè quale è in effetto la sala a crociera di cui discorriamo e il vedervisi tuttora in essa per l'appunto le figure di sicura mano di Bernardino de Rossi che egli af-

(1) Bernardino de Rossi in Santa Maria delle Grazie in Milano, nella sala del Cenacolo e nella crocifissione del Montorfano — 1.° Fascicolo dell' *Archivio storico dell'Arte del 1895*.

(2) Anche Felice Calvi, nella sua opera sui maestri lombardi ebbe a far ricordo di queste pitture a pag. 264 del Vol. II, nel modo che segue:

« Nell'anno 1494-95, il pittore prediletto dal monastero della Certosa, Ambrogio da Fossano, era occupato per lavori in San Satiro di Milano ed altrove, onde quel priore, desiderando di far ornare la sua camera, invitava a ciò da Pavia Bernardino de Rossi che pare subingredisse al Fossano di cui forse fu allievo. Faceva allora nelle stanze del priore alcune figure delle quali ignoriamo il significato ».

ferma essere state dipinte da quest'ultimo in detta camera del Priore, sono circostanze più che sufficienti per identificare detta camera col vasto ambiente al piano superiore riccamente decorato di pitture e con volta a crociera posta a poca distanza dal refettorio, ed ove risulta esistessero un giorno i locali dell'antico Priorato.

Nè è fuor del caso l'ammettere che, quand'anche il Priore occupasse egli pure altra delle casette intorno al Chiostro grande, avesse in passato a suo uso apposita camera presso il refettorio e la foresteria, detta perciò appunto la camera superiore del Priore, e che sul finire del XV secolo si sentiva la necessità di adornare con dipinti a fresco.

Del resto, anche indipendentemente da questi due affreschi, che si trattasse nella parte superiore di questa sala a crociera, pur già tramezzata, di una camera di speciale riguardo, lo si arguisce tosto dalla decorazione pittorica delle quattro cordonature rotonde incrociantisi ad X con un tondo di mezzo portante il monogramma del Cristo, e dei quattro spicchi della volta con rosoni nei quali stanno inclusi simbolici emblemi, fra cui quello della colomba in raggiante.

Accurati e meritevoli anzi di qualche osservazione dal lato artistico sono i disegni, ad esagonetti colorati con gradazioni diverse di tinte dal giallo al rosso vivo delle cordonature, e più quelli a fiorami e motivi diversi del cornicione dipinto a fresco che gira intorno alla camera ed alle cordonature stesse.

Questa volta a crociera fu poi, in progresso di tempo barbaramente imbiancata specialmente negli spicchi delle vôlte intorno ai rosoni, ma laddove cedette d'alcun poco l'intonaco, traspaiono qua e là le tracce di una originaria dipintura di quegli spicchi mediante fiammelle di color rosso a lingue ondeggianti, ed una ornamentazione consimile vediamo adottata anche nelle volte del piedicroce di Santa Maria delle Grazie che, come si è detto nella Monografia citata, presenta i caratteri della dipintura di Bernardino de Rossi.

Benchè quindi l'annotazione di cui facemmo parola del padre priore Matteo Valerio non faccia menzione che di figure dipinte dal De Rossi nella camera superiore del priore l'anno 1494, tutto induce a ritenere che a questo medesimo frescante sia pure ascrivibile la volta tutta quanta di questa camera superiore del priore in cui ravvisiamo nelle pareti i due affreschi con sicure figure di sua mano.

Un' altro evidente contrassegno di Bernardino de Rossi pur nella parte ornamentale decorativa, abbiamo nei due draghi con code ter-

minanti a fiorami dipinti a foggia di fantastica cornice intorno ai due affreschi delle pareti, e draghi consimili amò il De Rossi dipingere alla Certosa stessa al disotto dei dipinti a fresco delle cappelle intorno al muro di cinta del monastero.

Per quel che concerne l'epoca in cui il De Rossi avrebbe condotto a fine quelle figure, e, come vedemmo, assai presumibilmente l'intera volta di questo spazioso ambiente, il manoscritto del padre Valerio l'assegna al preciso anno 1494, benchè altra annotazione di sua mano menzioni al riguardo gli anni dal 1494 al 1496, ma non va taciuto che, a primo aspetto, trattandosi per la camera in questione giunta fino a noi illesa nella parte decorativa superiore, di un locale tramezzato facente parte originariamente di una più ampia ed alta sala a crociera, potrebbesi dubitare che quella decorazione pittorica fosse preesistente e si collegasse al dipinto che vedesi nella parte a piano terreno di quella stessa sala dimezzata, volta poi ad uso di dispensa.

Consiste questo dipinto a fresco in un tondo, circondato da una corona di frutta a nastri svolazzanti, nel quale un valente artista dipinse con soave intonazione di tinte e con somma leggiadria la Vergine celeste che, tenendo colla sinistra mano il bambino Gesù ritto in piedi, volto amorosamente verso la madre, legge intanto il libro delle divine scritture.

Mirabilmente eseguita e con grande accuratezza è la corona che circonda siffatto dipinto, e poichè corone consimili circondano le cifre ducali nelle tre lunette poste superiormente al cenacolo che pel carattere loro decorativo col resto di quella sala vennero ascritte a Bernardino De Rossi, a quest'ultimo sarebbesi assegnato anche quest'ultima Madonna colla corona circostante, non senza escludere il lontano dubbio che, qualora quelle tre lunette superiori al cenacolo fossero veramente di mano di Leonardo da Vinci, come opinò il Barezzi, allo stesso insigne artefice non fosse pure da ascriversi la Madonna col bambino di quell'oscuro locale del chiostro pavese, locchè sarebbesi accordato del resto coll'eccellenza del dipinto.

Senonchè l'affinità dei caratteri artistici di quell'affresco della vergine col bambino colle altre opere conosciute di Bernardino De Rossi si spiega facilmente colla circostanza che fu il De Rossi scolaro e in qualche caso emulo del suo maestro Ambrogio da Fossano detto il Bergognone, ed anzi escluso affatto l'intervento e del De Rossi e tanto meno del Da Vinci in quell'opera, convien ravvisare in esso quell'af-

fresco di mano del Borgognone stesso, di cui è cenno in altra annotazione del priore Matteo Valerio, ricordata dall'Arch. Luca Beltrami a pag. 73-74 del suo *Inventario sulle opere del Bergognone*.

È ivi detto che quella Madonna col bambino del diametro di m. 1,09 compresa la ghirlanda di frutti, venne scoperta sotto l'intonaco alcuni anni or sono, e che a questo dipinto si riferisce certamente la nota del priore M. Valerio: « Anno 1489, il suddetto Ambrogio Fossano dipinse l'immagine di B. V. nella dispensa per L. 8 ».

Ora, per quanto risguarda la pristina attribuzione al De Rossi anche di quella Vergine col bambino, essa pareva a tutta prima giustificata dalla circostanza che facendo parte originariamente quel locale a terreno di un'unica sala con volta a crociera, di cui la parte superiore sappiamo, nelle figure almeno, essere stata condotta a fine da Bernardino De Rossi l'anno 1494, al De Rossi medesimo sembrava dovesse essere ascrivibile anche l'affresco della camera inferiore, e ciò nella supposizione che la divisione con tramezzo di quella sala fosse posteriore d'assai all'epoca suindicata, e formassero così parte di una stessa decorazione i dipinti dei due ambienti.

Meglio riflettendo per altro, e portando l'attezione nostra sui due dipinti a fresco della camera superiore con manifesti affreschi di Bernardino De Rossi, fa duopo escludere quella supposizione che appare sulle prime la più plausibile ad adottarsi, e ritenere invece che la dipintura della volta, o almeno quella dei due quadri ad affresco fu posteriore alla divisione di quella gran sala col tramezzo intermedio.

E, per vero, i due dipinti a fresco rettangolari con figure di Bernardino De Rossi si adattano egregiamente per essere veduti da chi penetra nella camera superiore, e formano anzi di essa una opportuna e ben studiata decorazione, ma non avrebbero senso alcuno quando si fosse trattato di una ornamentazione generale dell'intera sala con vôlta a crociera senza separazione di mezzo.

Veduti dal basso della sala, che era dell'altezza di ben 9 m., quale effetto dovevano fare se non mostruoso due affreschi quadrangolari, posti sulle pareti laterali poco sotto la cornice, che non sarebbero tampoco stati veduti dal sotto in su e che si manifestano invece così predisposti dal pittore unicamente a decorazione del locale superiore? E, d'altronde, non dice chiaramente l'annotazione suaccennata del padre priore Matteo Valerio che fece Bernardino De Rossi certe figure, non già nella sala con volta a crociera, ma più propriamente nella *camera superiore* del padre priore, l'anno 1494?

Siffatte osservazioni ne danno agio a stabilire pertanto, che pur essendosi costrutte originariamente grandi sale con volte maestose intorno al Refettorio, e così quella di cui discorriamo nel suo lato a ponente, venne quella sala divisa con tramezzo, ed assegnata nella sua parte superiore al priore del chiostro, e nella inferiore ad uso di dispensa, allorchè nei due ultimi decenni del XV secolo, conducevano a fine i Certosini la gran sala del Refettorio, valendosi all'uopo per la parte pittorica decorativa dell'opera del Bergognone.

Non fa dunque meraviglia che in quell' umile locale della dispensa abbia l'insigne pittore che Luca Beltrami chiamò giustamente il Beato Angelico della scuola lombarda, dipinto quella soave Vergine col bambino, da qualche conoscitore di belle arti giudicata per una delle cose sue di maggior merito.

Così facendo, egli collegava egregiamente mercè il pennello suo, pur quegli umili locali di servizio, con quel Refettorio, nel cui fregio dipinse vezzosi putti con festoni, e nel soffitto altra Vergine col bambino di squisita bellezza.

Per quanto poi concerne la camera superiore a quella dispensa, la annotazione trascrittaci dal padre Matteo Valerio non ci lascia dubbio circa alla parte che vi ebbe nella decorazione pittorica, lo scolaro stesso di Ambrogio da Fossano detto il Bergognone, Bernardino De Rossi, valente e facile frescante, che, se non raggiunse nell' arte l'eccellenza del Maestro, lo onorò certo grandemente colle opere sue e più specialmente, negli anni suoi maturi, con quell' affresco della facciata di Vigano Certosino del 1511 che è fuor di discussione il dipinto suo di maggior pregio.

Tutto ciò si è amato di qui esporre e chiarire, a maggior illustrazione di una zona fin quì poco nota agli studiosi del celebre monastero pavese e che appare di certa importanza essa pure sotto il rispetto artistico nonostante le intervenute modificazioni degli originarii ambienti di vasta cubatura, ritenuto che non converrebbe ad ogni modo di ripristinare oggidì l'antica sala a crociera dal momento che furono pur quei più modesti locali abbelliti con sommo garbo dalle grazie pittoriche di quegli insigni pittori della Certosa pavese che furono Ambrogio da Fossano detto il Bergognone e Bernardino de Rossi.

DIEGO SANT' AMBROGIO.

IL NUOVO SISTEMA DI CANALIZZAZIONE SOTTERRANEA

DELLA SOCIETÀ TELEFONICA PER L'ALTA ITALIA.

La rete aerea dell'impianto di Milano ha raggiunto da qualche tempo il suo massimo sviluppo (circa 3000 km. di filo) e non sarebbe possibile di aumentarne la capacità con nuovi fasci, senza incorrere in grandissime difficoltà dipendenti in massima parte dall'ingombro attuale delle vie pubbliche, piene di ogni sorta di condutture, ed in parte pure dall'ostilità dei proprietari di case, che ben di malumore concedono quanto la legge loro impone. Oltracciò non sarebbe consigliabile di ricorrere a nuovi fasci aerei, e per la più o meno prossima necessità di adottare circuiti completamente metallici, e per il maggior pericolo cui si sottopone l'ufficio centrale con l'estendersi e lo svilupparsi delle reti di trazione elettrica a filo aereo con le quali possono avvenire contatti, ad onta di tutte le precauzioni possibili. Il recente incendio dell'ufficio telefonico di Zurigo è una prova dolorosa dell'esistenza di tale pericolo.

L'ingrandimento della rete, imperiosamente richiesto dalla diuturna affluenza di nuovi abbonati non si poteva dunque diversamente progettare che ricorrendo ai cavi.

Cavi aerei. — Parve dapprincipio che una buona risoluzione del problema si sarebbe trovata nell'impianto di cavi aerei; e tra le marche più apprezzate si ritenne di esperimentare la posa di un cavo a 100 fili del tipo così detto anti-induttivo, brevettato dalla casa Felten e Guillaume. Fu così che nel 1897 si installò il cavo che attualmente si vede percorrere la via Torino, e al Carrobbio biforcarsi per giungere, da una parte al Dazio di Porta Genova e dall'altra alla Torretta di Porta Ticinese.

Ecco in due parole il tipo del cavo: ogni filo di rame che serve da conduttore è rivestito con un nastro continuo di una carta resistente speciale, esteriormente alla quale si attorciglia una spirale di stagnola; il fascio dei 104 fili o dei 52 (in cui sono disseminati 8 o 10 con-

duttori di rame nudi che devono essere messi a terra alle due estremità per facilitare la dispersione delle correnti indotte) è poi rivestito con un tubo di caoutchouc al di sopra del quale è avvolta una calza di cotone imbevuta di ossido di zinco. Una spirale di lamiera di ferro zincata protegge meccanicamente il complesso così formato, dandogli una certa solidità, ed esternamente un'altra calza di cotone verniciata al bianco di zinco termina il sistema di copertura.

Il cavo è sospeso, mediante ganci d'alluminio distanti 75 centimetri fra di loro, ad una corda di fili d'acciaio sostenuta in gran parte da mensole preesistenti.

Me se da una parte la maggior speditezza della posa ed il minor prezzo di costo dimostrarono che il sistema è ben superiore a quello dei fasci aerei di fili sciolti, dall'altra si dovè riconoscere che il procedimento anti-induttivo, sufficiente ad impedire che le conversazioni di un filo si possano intendere sui fili vicini, non basta menomamente, come se n'era concepito speranza, ad annullare l'induzione delle forti correnti di illuminazione e di trazione parallele al cavo stesso. Inoltre, il cavo aereo, dovendo essere per sua natura leggero, non può ordinariamente essere protetto con piombo; richiede una manutenzione accurata (verniciatura periodica) e dispendiosa, e trovandosi esposto ad ogni sorta di intemperie non può avere una vita molto lunga; esso è poi sottoposto continuamente a pericoli provenienti da eventuali rotture e conseguenti contatti con condutture di forti correnti o di alte tensioni.

L'esperimento fatto valse in ogni modo ad ammaestrare la Società che il procedimento anti-induttivo nei cavi è costoso quanto e più ancora del doppio filo, il quale facilita una eventuale e più o meno prossima trasformazione della rete in altra a circuiti completamente metallici, permettendo in tale occasione una economia ingente per riguardo alla spesa d'impianto ed al tempo richiesto dalla trasformazione.

Canalizzazioni sotterranee. — Furono allora rivolti gli studi alle canalizzazioni sotterranee, con cui la Società aveva fatto un primo esperimento posando un cavo da 100 conduttori fra l'ufficio di Piazza del Duomo ed il Foro Bonaparte (Teatro Dal Verme).

Moltissimi sistemi sono attualmente in uso, dappoichè in pochi generi di installazioni si può immaginare maggior varietà e naturalmente ciascuno ha dei pregi e degli inconvenienti.

In Svizzera sono generalmente usati dei cavi armati che si posano

in gran numero, ed alla rinfusa, in tubazioni circolari di ghisa aventi un diametro medio di 30 cm. e munite tratto tratto di pozzetti d'introduzione. L'isolamento dei cavi è quasi generalmente quello dei cavi Patterson cioè: carta paraffinata.

Con tale procedimento, l'utilizzazione dello spazio nel sottosuolo è la migliore possibile, purchè la posa avvenga con grandi precauzioni, specialmente intese ad impedire che i cavi si dispongano in linee tortuose, invece che parallele, accavallandosi reciprocamente; perchè ciò limiterebbe d'assai la capacità della tubazione.

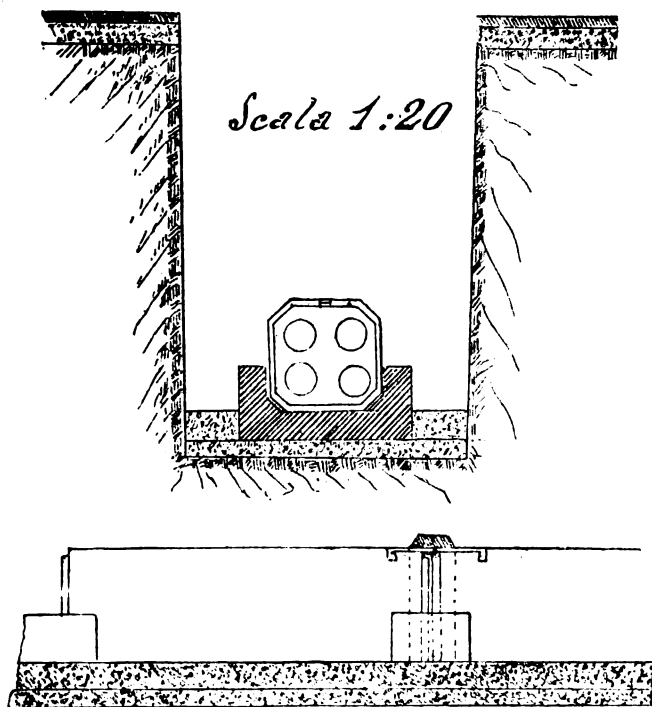
Ma se un cavo venisse per avventura a guastarsi e dovesse necessitare una riparazione, questa sarebbe materialmente impossibile, ed il cavo dovrebbe abbandonarsi, non potendosi neanche pensare alla sua estrazione, se non è proprio uno dell' ultimo strato messo in opera.

In Germania i sistemi variano da località a località. Per esempio, in Amburgo i cavi sono posati in canalizzazioni di ghisa a sezione rettangolare munite di coperchio superiore, talchè per la posa di ogni nuovo cavo occorre rompere la strada e scoperchiare la canalizzazione.

A Stuttgart la canalizzazione in cemento consta essenzialmente di una serie di canaletti aventi sezione a forma di U rovesciato. Si dispongono i cavi su una platea formata con lastre di cemento, provviste di apposito aggiustaggio per l'appoggio del canaletto che li deve coprire. Questo è foggiato in modo da presentare alla sua volta, sulla sua giusta posizione, un aggiustaggio analogo per appoggiarvi un altro canaletto (U rovesciato), quando la necessità imponesse di posare altri cavi. Si deve sempre rompere la strada per l'ingrandimento dell' impianto, ma si comincia ad avere il vantaggio di disporre i cavi in strati orizzontali perfettamente liberi ed accessibili, dappoichè lungo il tracciato ogni 100 a 120 metri sono disposti opportuni pozzetti che servono all'introduzione dei cavi in ogni singolo strato. Rimane tuttavia l' inconveniente della non completa indipendenza dei cavi (ad ottenere la quale occorre proprio che ognuno si trovi in una cavità sua propria), della permeabilità del grande sviluppo delle giunzioni; e di un' altezza esagerata nella costruzione, quando il numero dei cavi da posare fosse grande. Quanto all' ultimo inconveniente si sarebbe invero potuto correggere, adottando una larghezza maggiore pei canaletti.

In America sono diffusissimi dei condotti formati con travotti di legno creosotato perforati longitudinalmente, provvisti di maschio e

femmina per la giunzione, e disposti in numero talora grandissimo, in trincea, con la semplice precauzione di un letto e un riempimento dei fianchi con concreto.

Il sistema dà risultati soddisfacentissimi, quantunque sia troppo soggetto a deperimento; ma in Europa appena ora si ha qualche impianto analogo nel Belgio. Da noi sarebbe esageratamente caro. Esso presenta però il grande vantaggio della assoluta indipendenza dei cavi, perchè ogni foro ($d = 75$ a 80 mm. è destinato a contenerne uno solo.

Sono altresì adottati in America (i lettori sanno che sotto il nome di America, in fatto d'industria, si intendono gli Stati Uniti) dei condotti di terra cotta, anzi di terra vetrificata (come si fece a Chigago, p. es.). Essi hanno sezioni perfettamente analoghe, dimensioni a parte, a quelle dei mattoni forati. In ogni spazio determinato dagli scomparti si introduce un cavo. Le giunzioni sono garantite in corrispondenza perfetta mediante infissione di opportune spine agli incroci degli scomparti su una faccia corrispondenti ad appositi fori sull'altra faccia di ogni blocco. La impermeabilità è assicurata con un colletto di cemento o di asfalto, e juta.

Nella Svezia finalmente — e successivamente nella Norvegia e nella Danimarca — l'Ispettore telefonico Hultmann introdusse da sette anni un sistema di canalizzazione in cemento, che anche a priori presenta tutte le garanzie di buona riuscita; e questa non mancò difatti.

Ripeteremo soltanto qui che si tratta di collegare insieme in linea retta dei blocchi di cemento, muniti di un numero qualunque di fori in modo da ottenere un insieme sufficientemente rigido ed impermeabile. A questo scopo l'Hultmann incastra e cementa tutto lungo la conduttura tre serie di sbarre di ferro (una superiormente e due lateralmente) e la rigidità che egli ottiene è senza dubbio inattaccabile. L'impermeabilità dei giunti è ottenuta con un colletto di cemento o di asfalto allogato in una specie di incassatura a sezione rettangolare, che si viene a costituire affacciando due blocchi di cemento.

Scelta della conduttura. — I criteri tecnici fondamentali per la scelta di una canalizzaziane si devono ritenere principalmente:

a) L'economia di spesa, in Italia specialmente, dove la legge sull'esercizio dei telefoni stabilisce a priori che alla scadenza della concessione (accordata o prolungata dal 1 gennaio 1893 per un termine di 25 anni) tutto il materiale debba passare al Governo senza diritto a compenso alcuno. Solo se il Governo vorrà riscattare prima della scadenza, sarà tenuto a compensare la Società in un modo del resto già prestabilito;

b) L'indipendenza dei singoli cavi, affinchè sia permesso il cambio o la riparazione di qualcuno; perchè in nessun'altra industria, neanche in quella di illuminazione elettrica, tali eventualità — se non preventivamente facilitate — scombussolano il servizio, danneggiano gli abbonati e la Società, guastano e intralciano la viabilità delle strade;

c) La possibilità di ingrandimenti successivi senza nuove operazioni stradali;

d) L'indistruttibilità e la robustezza del materiale e della canalizzazione.

Poichè nessun sistema meglio di quello Hultmann risultò in grado di soddisfare contemporaneamente a queste condizioni (pur necessitando alcune modificazioni atte a renderlo più economico senza diminuire gli altri pregi), la Società Telefonica per l'Alta Italia decise di sperimentarlo in un primo ramo d'ingrandimento e precisamente nella linea che da Piazza del Duomo va a Porta Tenaglia, passando dalla via Dante.

Ingrandimento dell'impianto di Milano. — La rete sotterranea di ingrandimento, che si effettuerà completa entro un paio d'anni o tre, avrà per iscopo principale di costituire dei centri secondari di distribuzione (come la colonna già eretta in Foro Bonaparte al largo del Teatro Dal Verme) fuori della cinta dei bastioni, per la maggior parte, e dentro per eccezione. L'attuale rete aerea sarà per tal modo in massimo parte adibita all'alimentazione del nucleo della città.

La felice ubicazione dell'Ufficio Centrale di commutazione, situato come è noto al disopra dell'Arco della Galleria Vittorio Emanuele, e la topografia della nostra Milano permettono di costituire la rete di canalizzazione con quattro arterie principali, che — allontanandosi dal centro — si biforcano e si ribiforcano a modo degli affluenti di un fiume, fino a terminare in una dozzina di colonne per la distribuzione aerea successiva.

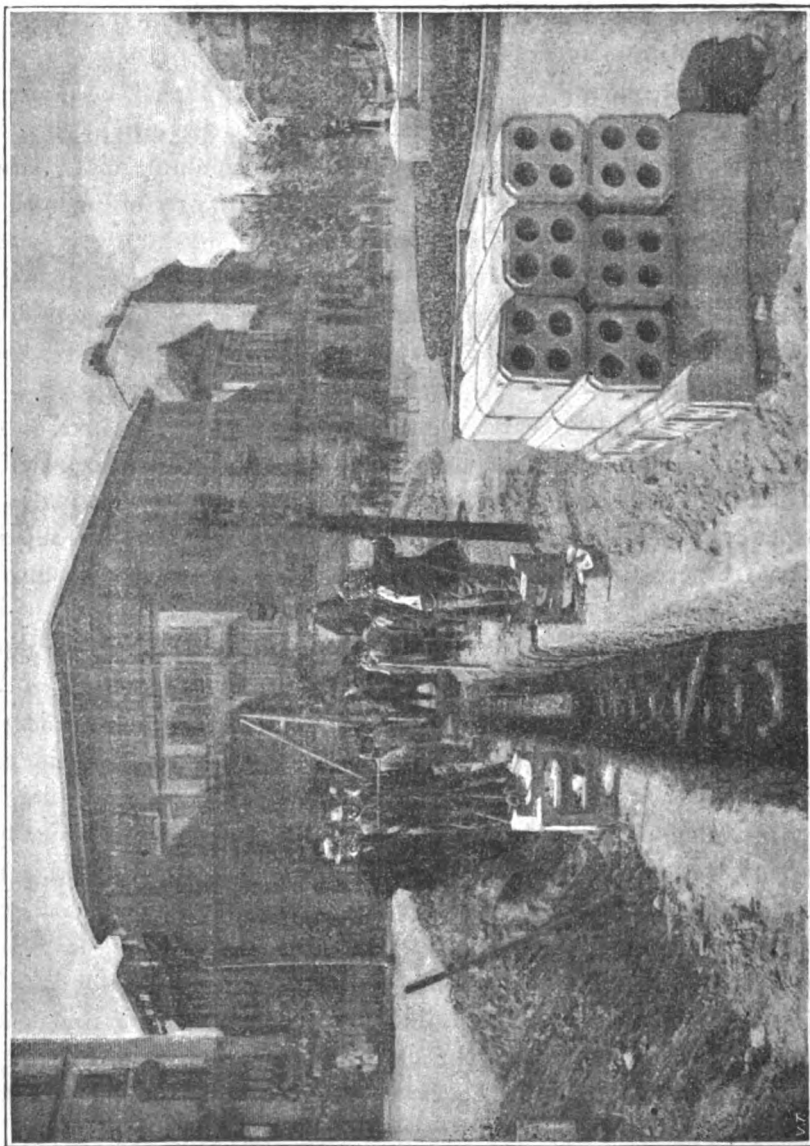
Data la natura del legame che la Società ha con il Governo era conveniente di prevedere e quindi progettare la canalizzazione dell'intera rete con una capacità tale da poter giungere alla fine della concessione, senza ulteriori lavori di sterro, con la semplice introduzione graduale e successiva dei nuovi cavi a mano a mano che il bisogno se ne manifestasse.

E data la ramificazione del tracciato, questo scopo si poteva ugualmente conseguire:

1.° Fissando il numero minimo dei fori delle ultime ramificazioni e attribuendo a ciascun tronco successivo un numero di fori eguale alla somma di quelli confluentivi. In tal caso, la capacità dei cavi (N. degli abbonati rilegabili) può essere uniforme o varia senza pregiudizio alcuno della buona utilizzazione dell'impianto. Ad ogni centro secondario di distribuzione aerea (colonne) deve però corrispondere un cavo speciale fino all'Ufficio Centrale; se così non fosse, la capacità della rete non sarebbe interamente utilizzabile;

2.° Fissando la capacità minima dei cavi nelle ultime diramazioni, ed aumentandola man mano che ci si avvicina all'Ufficio Centrale, in modo da avere in ogni tronco capacità uguali alla somma delle capacità dei cavi confluentivi. In tal caso la conduttura deve avere un numero di fori costante in tutta la rete.

Il primo sistema che è più grandioso e perfezionato è consigliabile se si dovesse preventivare senza limitazioni di tempo, dovute a scadenze di concessioni.

Col secondo invece, consigliabile solo quando le diramazioni secondarie non siano tante da richiedere, negli ultimi tratti delle principali

dei cavi contenenti più di 400 circuiti, si realizza una notevole economia tanto nell'acquisto dei cavi che nella fabbricazione dei blocchi per quanto riguarda la spesa delle forme che sono ridotte ad un tipo

unico. Per una fortunata combinazione della topografia della città, quest'ultimo sistema risultò preferibile a Milano, e tenendo conto in un certo modo dell'aumento progressivo degli abbonati, si preventivò che una sezione di tubi a quattro fori e delle unità di cavi da 300 a 100 circuiti sarebbero sufficienti alla vita probabile e prestabilita della Società.

Sistema adottato a Milano. — Le modificazioni da introdursi nel sistema originariamente concepito dall' Hultmann dovevano in ogni modo rispettarne i canoni fondamentali, cioè:

a) Perfetto allineamento dei diversi tratti componenti il tracciato e impossibilità che cause estranee possano deturparlo;

b) Pozzetti o camere di introduzione sufficientemente vicine acchè la posa dei cavi non richiedesse di esercitare su di essi uno sforzo soverchio che potrebbe danneggiarli;

c) Fori di dimensioni sufficienti al passaggio dei più grossi cavi.

Quanto alle condizioni *b)* e *c)*, sulla scorta di quanto è praticato dall'Hultmann a Stoccolma, e dagli Americani coi loro *creosoted wood tubes,* si decise di fare i pozzetti a distanze determinate in massima dal tracciato, ma sempre inferiori a 150 metri, e di attribuire ai fori un diametro di circa 85 millimetri (dieci in più dei diametri di Stockolm).

Per quanto concerne il primo criterio, l' Ufficio Tecnico della Società ritenne eccessiva la solidità delle canalizzazioni Hultmann che sembrano adatte a funzionare da travi e solamente consigliabile in terreni di costituzione non omogenea. Dopo alcuni tentennamenti inevitabili in simili faccende, si stabilì di abbandonare l'uso delle tre sbarre di ferro longitudinali, provvedendo le giunzioni dei blocchi di una semplice chiavella disposta in apposita incassatura superiore, e di procedere alla costruzione cronologicamente a questo modo:

Eseguito lo sterro, si costipa il fondo, lo si regolarizza attribuendogli un leggiero pendìo per facilitare l' evacuazione delle acque che potrebbero, in caso di guasti, penetrare nei fori. Indi si stende sul fondo uno strato di 5 cm. di calcestruzzo (o di 10 a seconda della natura dello sterro). Si procede poi alla distribuzione dei cuscini in cemento in perfetto rettifilo (un metro di distanza mutua, tale essendo la lunghezza dei blocchi) che hanno la forma e le dimensioni disegnate nella figura prima, e che si annegano poi in uno strato di beton alto, come la base dei cuscini, 8 cm. e spianato alla superficie a raso

con questa base stessa. Si può allora passare alla posa dei blocchi avendo cura di osservare il perfetto allineamento e di mantenere le teste affacciate ad una certa distanza fra loro (3 a 4 mm).

Per la confezione dei giunti ecco come si procede:

Si fascia l'intervallo fra le teste con un nastro di tela impermeabile o juta imbevuta di catrame, mantenuto ben teso; indi si versa un'impasto scorrevole di cemento nella gola determinata dai fianchi del cuscino e dalla sagoma delle teste affacciate dei singoli blocchi, in modo da riempirla fino all'orlo dei fianchi dei cuscini. Al disopra, invece, dopo il collocamento della chiavella nei relativi incastri, si forma un colletto di cemento (impasto duro).

Per giudicare della bontà del giunto così ottenuto, basterà notare che si ebbe occasione di rompere la canalizzazione un paio di volte, e si trovò una presa perfetta tanto coi blocchi quanto con la chiavella. Il rinterro è compresso tanto ai fianchi della tubazione quanto superiormente.

L'Hultmann, per garantirsi contro un'eventuale permeabilità del cemento che danneggiasse i cavi per l'acqua che li potrebbe avvicinare, spalma la superficie esterna dell'intera tubazione con asfalto. A Milano si è creduto di tralasciare questa precauzione grazie ad un'accurata compressione del materiale durante la fabbricazione dei tubi, affidata totalmente alla ditta Chini.

Le camerette o pozzi di introduzione, in cemento, fabbricati nel cantiere dell'Ing. Murnigotti, sono costituiti con anelli successivi sovrapposti a maschio e femmina; hanno una sezione in pianta di 1,40 per 1,40 ed un'altezza libera di 1,90. Per le canalizzazioni future si modificheranno alquanto le dimensioni in pianta, portandole ad essere 2,00 per 1,20 essendosi riconosciuto preferibile per le operazioni di giunzione dei cavi una maggior lunghezza di cameretta e non necessaria una tale larghezza.

Per l'introduzione dei cavi nei singoli fori dovendosi pensare ad una precedente introduzione della fune, si usarono dei bastoni in legno in tutto analoghi al tipo di Hultmann lunghi metri 1,20 muniti alle loro due estremità di ganci ed occhielli così conformati che l'agganciamento sia sicuro.

Non essendosi potuto introdurre da uno solo termine o pozzetto più di 90 bastoni e la massima distanza delle camerette essendo anche di 150 metri, si è dovuto ricorrere ad una coppia speciale di pezzi a

giunzione con molle per poter introdurre contemporaneamente i bastoni da ambo le bocche del foro da occupare.

Durante la posa del cavo lo si grassa abbondantemente con vaselina, allo scopo di diminuire l'usura dell'involucro per strisciamento.

Tipo dei cavi. — Parte integrale del sistema di canalizzazione deve essere il tipo di cavo scelto, potendo questo essere più o meno semplice ed economico a seconda della perfezione di quella.

Nel primo impianto sotterraneo fatto a Milano, si adottò un tipo di cavo sotterraneo fabbricato dalla ditta Felten e Guilleaume ed il suo funzionamento si dimostrò perfetto. Esso è munito del solito procedimento anti-induttivo perchè ogni circuito consta d'un filo solo.

E nell' impianto aereo di via Torino e corso Genova si seguì lo stesso sistema. Ma, tenuto conto dei prezzi relativi dei cavi a filo semplice anti-induttivi e di quelli a filo doppio, per un ugual numero di abbonati rilegabili, prezzi che sono in generale inferiori pel secondo tipo; e del conseguente vantaggio che dalla loro adozione poteva derivare alla Società nell' eventualità di abbandonare il ritorno per la terra, si deliberò di adottare per l'avvenire sempre cavi a doppio filo.

L'Hultmann a Stoccolma, oltre che la Norvegia a Cristiania, la Danimarca a Copeuaghen, e la Francia recentemente per tutte le sue reti, hanno adottato un tipo di cavo che più semplice non potrebbe essere. I singoli conduttori sono isolati con carta, poi avvolti per paia; il loro complesso stretto con fasciatura di filo di cotone; la protezione esterna fatta con un tubo di lega piombo e stagno (3 p. c.) avente spessore ni 2,5 o 3 millim. a seconda della grossezza del cavo.

Essi hanno il vantaggio di permettere all'aria secca sotto pressione, 2 a 3 atmosfere al massimo, di attraversarli per delle lunghezze considerevoli, anche di parecchi chilometri.

I giunti naturalmente devono essere eseguiti senza il sussidio di alcuna materia isolante da colarvi dentro affinchè non possano ostacolare il passaggio dell'aria secca. La quale ha il grandissimo pregio di mantenere in servizio corrente dei cavi che, se di sistema diverso, dovrebbero essere mandati alla riparazione e sostituiti con altri.

Questa sostituzione in telefonia rappresenta una delle maggiori difficoltà, dei maggiori disturbi tanto per la Società che per gli abbonati, e finchè è possibile deve evitarsi.

L' Ing. Barbarat, per citare un esempio, munisce i cavi che egli sospetta difettosi di un manometro sensibile utilizzandolo come indica-

tore del loro stato di salute, e recentemente comunicava di aver mantenuto in servizio per 18 mesi un cavo posato negli *égouts*, e qualche volta annegato, a cui i topi avevano levato porzione dell'involucro di piombo.

Per chi può avervi interesse, diremo che la capacità elettrostatica di ogni filo (essendo tutti gli altri e il piombo a terra) è da 5 a 6 centesimi di microfarad.

A Milano si decise di provare questo tipo di cavi per la linea già ricordata di P. Tenaglia; ma si è intanto soprasseduto all'installazione dell'impianto per la compressioue e l'essicazione dell'aria.

L'installazione è ancora troppo recente (anzi non è peranco ancora completata) perchè si possa dedurne la bontà del sistema adottato; ma l'esperienza degli altri e specialmente quella delle Amministrazioni Francese e Svedese sono garanzia di successo.

Noi parleremo più dettagliatamente dell'impianto per l'aria secca quando sarà completo, e ne sarà principiato il funzionamento. Tanto più che dipenderà dal risultato di queste prove l'adozione dei cavi a circolazione d'aria secca per tutta la rete sotterranea in corso di esecuzione.

Ing. GIACINTO MOTTA.

LA TRAZIONE ELETTRICA

SULLE STRADE FERRATE (1).

(Continuaz. vedi pag. 519).

Metodo di unione a tandem. — Per rimediare al secondo inconveniente si propose di unire due motori in serie nel seguente modo:

La linea manda la corrente al circuito primario del primo motore, le correnti indotte nel circuito secondario servono ad alimentare il circuito secondario del secondo motore e il primario di questo è chiuso su delle resistenze variabili. Il primario è fisso quindi sono soppresse le spazzole.

Però gli altri inconvenienti non sono evitati e la costruzione è più costosa. Il *fattore di potenza* e la *potenza speciale* sono sensibilmente minori quantunque il rendimento sia buono. I motori devono dunque essere più voluminosi e più pesanti.

Metodo di connessione tandem-multiplo. — In luogo di avere i due motori sempre collegati in serie come vedemmo si può modificare la connessione disponendoli o in serie o in parallelo.

Si hanno così due velocità diverse di marcia a buon rendimento e le perdite di energia nel periodo di avviamento sono minori. C'è però il regolatore complicato per parecchi tasti.

Per rimediare al 3.º difetto si può disporre il regolatore in modo da avere sull'induttore l'avvolgimento a stella oppure a triangolo ciò che equivale ad aumentare la F. E. M. nel rapporto da 1 a $\sqrt{3}$ si possono qui usare dei motori molto meno voluminosi.

Si può arrivare allo stesso risultato dando agli avvolgimenti dei numeri di spire diversi, per esempio nel rapporto da 5 a 4 e invertire le connessioni al momento della messa in moto e alimentando colla linea il secondario invece che il primario. È come se si aumentasse la F. E. M. nel rapporto dei due avvolgimenti. In seguito la coppia motrice è aumentata nel rapporto del quadrato vale a dire per l'esempio citato nel rapporto di $^{25}/_{16}$ e cioè 1,56.

Però tutte queste disposizioni hanno l'inconveniente di complicare considerevolmente il regolatore che diventa un apparecchio molto voluminoso.

(1) Memoria pubblicata dal Sig. E. De Marchena nel « *Bulletin des Ingénieurs Civils de France* ».

Metodo di regolazione per variazione della forza elettromotrice. — Si pensò di regolare i motori semplicemente variando la forza elettromotrice ai morsetti del circuito primario. Si impiega per questo un apparecchio molto semplice consistente in un motore a campo rotante a circuito secondario fisso. Il circuito primario è in derivazione sulla linea, il circuito secondario è intercalato nel circuito di alimentazione dei motori. Secondo la posizione data al secondario per rapporto al primario le F. E. M. indotte si sommano a quella della linea, oppure si sottraggono. Per esempio se la linea dà delle correnti a una tensione di 1000 volts e che il regolatore sia disposto per poter sviluppare una tensione massima di 200 volts si potrà far variare la F. E. M. ai morsetti del motore da 800 fino a 1200 volt vale a dire nel rapporto di 1 a 1,5 ciò che permette di far variare la coppia motrice massima di più dal semplice al doppio.

Questo regolatore costituisce, è vero, un organo in più del motore e assorbe una certa quantità di energia. Ma poichè non tutte le sue parti sono destinate a muoversi si può ridurre l'intraferro al minimo ciò che assicura una potenza specifica molto maggiore di quella dei motori e un rendimento assai elevato.

Così l'aumento di peso e la perdita di energia sono piccole.

Questo sistema così semplice dà una grande varietà di potenza, permette l'impiego di motori più leggeri, e di calcolare la linea per la perdita più economica senza che ne risulti alcun inconveniente nel funzionamento dei motori. Questi possono essere disposti sia con un'armatura in corto circuito senza collettore di sorta, la resistenza sua essendo sufficiente per un buon avviamento sia con un'armatura a resistenza piccola e con collettore che permette l'inserzione di resistenze all'avviamento. Nel primo caso il sistema è molto semplice ma il rendimento è meno buono. Nel secondo caso si è obbligati a ricorrere al collettore però si può evitarlo disponendo le resistenze all'interno dell'armatura e mettendo in corto circuito con un contatto automatico magnetico. Allora questa resistenza non si fa variabile si calcola per la massima coppia motrice all'avviamento. Il solo inconveniente è quello di permettere una sola velocità di marcia a un alto rendimento. Esso conviene dunque in modo ammirabile nelle strade ferrate per le quali gli arresti e i rallentamenti sono poco frequenti.

Metodo di regolazione per variazione della forza motrice con regolatore tandem multiplo. — Questo sistema differisce dal precedente per l'aggiunta di un regolatore che permette di modificare le connessioni dei motori e di metterli o in serie oppure in parallelo.

Esso si presta perciò molto bene al *démarrage* e permette parecchie velocità a grande rendimento. Ma rende necessario l'impiego di collettori sui motori e di un regolatore più o meno complicato.

Conviene particolarmente per le linee ove gli arresti sono frequenti e le velocità variabili.

Questi due sistemi permettono di risolvere tutti i problemi offerti dalla trazione sulle strade ferrate. Da quello che abbiamo esposto si può dedurre

qualche previsione sui risultati che daranno i motori a corrente bifasate per la trazione.

Questi motori sono quasi autoregolabili vale a dire che in marcia normale la loro velocità si mantiene quasi costante malgrado le variazioni del profilo della linea. La loro potenza di trazione non aumenta in modo costante colla corrente come nel caso dei motori in serie, al contrario essi possiedono un limite ben determinato sotto il quale dovranno sempre mantenersi in marcia normale gli sforzi che si domandano al motore. Le disposizioni che noi abbiamo esaminato prima permettono però sempre di ottenere lo sforzo supplementare necessario per avere una messa in moto rapida o per vincere un sopraccarico, questo sforzo potrà raggiungere quattro o cinque volte lo sforzo normale senza alcuna difficoltà. Questi motori non hanno il collettore il quale è la parte più delicata e più vulnerabile del motore a corrente continua e possono adattarsi a delle tensioni molto elevate.

Per la loro natura stessa si prestano molto meglio a una costruzione molto solida e di apparenza meccanica.

A pari potenza possono rivaleggiare dal lato del peso coi migliori motori a corrente continua ed è probabile che essi permetteranno di ridurre ancora il peso per unità di potenza sviluppata. Infine questi motori ben proporzionati e ben studiati permetteranno di ottenere dei rendimenti almeno uguali a quelli dei migliori motori a corrente continua della stessa potenza rendimento che non si altera troppo anche con variazioni di carico considerevoli. Infatti in seguito ad esperienze fatte su un motore da 40 HP si ottenne: coll'indotto a bassa resistenza a pieno carico il rendimento del 91 per cento e coll'indotto disposto in modo da dare la coppia massima al démarrage il rendimento del 86 per cento a pieno carico.

In una parola questi motori posseggono tutto quello che occorre per applicarsi in modo ammirabile alla trazione e tutto porta a credere che essi daranno dal punto di vista del consumo di energia, della manutenzione e delle riparazioni, risultati più favorevoli di quelli dei migliori tipi di motori a corrente continua.

Ci pare che essi abbiano un grande avvenire per la trazione sulle strade ferrate.

Però tali motori oltre ai vantaggi degni di nota presentano anche degli inconvenienti che è nostro dovere di segnalare.

In primo luogo essi danno origine a un spostamento di fase considerevole della intensità rispetto alla forza elettromotrice ciò che a uguale potenza trasmessa richiede un aumento nell'intensità della corrente e quindi aumento nella potenza della dinamo e nella sezione dei fili della linea.

Si potrebbe rimediare a questo inconveniente coll'impiego di condensatori, ma la loro costruzione non è ancora sufficientemente entrata nella pratica perchè se ne possa fare un'applicazione corrente.

Infine come si sa le correnti alternate si trasmettono meno bene nei conduttori che le correnti continue a cagione della auto-induzione, ne nasce

quindi una caduta di potenziale che cresce colla dimensione dei conduttori e colla frequenza.

Per queste due ragioni il peso del rame impiegato nella linea tenderebbe ad aumentare ma però il rendimento delle sottostazioni sarebbe più elevato. Le sottostazioni potrebbero senza inconvenienti essere disposte molto vicine visto che non sono composte che di trasformatori statici, il vantaggio che ne risulta dal punto di vista dell'alimentazione della linea compenserebbe ad usura la meno buona utilizzazione dei conduttori.

Inoltre le correnti alternate si prestano meglio all'impiego dei motori ad alto potenziale che non colle correnti continue e permettono quindi di aumentare la tensione nella linea fino al limite permesso dalle condizioni di isolamento.

In secondo luogo potremmo segnalare le difficoltà maggiori offerte dalla doppia linea elettrica massime sugli scambi e negli incrociamenti ove occorrerebbe ricorrere a disposizioni analoghe a quelle usate in certe installazioni a doppia linea di trolley. Faremo però osservare che sarà sempre possibile ove occorra di sopprimere uno dei conduttori perchè i motori una volta lanciati potranno senza inconvenienti continuare a funzionare qualche tempo come motori a corrente monofase.

La prima applicazione delle correnti polifasi alla trazione fu fatta dalla Società Brown e Boveri a Lugano su una linea di 3 Km. La corrente trifasata, è prodotta da un salto d'acqua situato lontano e trasformata in stazione speciale.

La linea è stata aperta da poco e fornirà risultati interessanti da raccogliere e probabilmente aprirà una nuova êra per la trazione elettrica a grande distanza.

67. Si tratta ora di servire diversi punti di alimentazione per mezzo di officine centrali poste a grande distanza.

Faremo osservare che una potenza di 500 kilowatt a 25 000 volt può essere trasportata a una distanza di 75 Km. con una perdita del 5 % con tre fili di 20 mmq. soltanto.

Queste cifre danno un'idea della poca spesa richiesta dall'impianto della rete primaria costituente i *feeders* per l'alimentazione delle sottostazioni, grazie all'impiego delle alte tensioni che attualmente sono entrate nel dominio della pratica.

Si potrà dunque stabilire una rete primaria collegante tra di loro non solo tutte le sottostazioni ma anche tutte le officine generatrici che lavoreranno tutte in parallelo e potranno in una certa misura supplirsi in caso di bisogno senza che sopravvengano disordini gravi e senza altro inconveniente che quello di una perdita un po' più grande, nella rete primaria.

Succede press'a poco lo stesso per le sottostazioni in guisa che l'insieme costituisce per il traffico una sicurezza molto più grande tale che si sarebbe tentati al primo momento di non crederci e che permetterebbe in pratica di assicurare il servizio così sicuramente come se si usassero le locomotive indipendenti.

La parte che sembra la più debole di tale sistema e che è più esposta

alle critiche è la linea dei conduttori elettrici. Ma pensandoci bene si trova dal lato degli accidenti possibili che:

1.° le linee secondarie di presa della corrente offrono, per la loro costituzione, meno presa agli accidenti che le strade ferrate stesse e le riparazioni possono essere fatte con una grande rapidità;

2.° le linee primarie possono essere sdoppiate per ottenere la più gran sicurezza possibile; anche nel caso in cui un intero tronco di linea primaria sia messo fuori servizio il traffico non sarà interrotto perchè vedemmo che il circuito primario è un circuito chiuso alimentato in parecchi punti, gli accidenti delle linee primarie possono venir riparati ancora più rapidamente di quelli delle linee secondarie.

Rammenteremo qui, che dei servizi eminentemente importanti come la telegrafia e la telefonia furono da lungo tempo assicurati da linee aeree la costituzione delle quali non può essere comparata nè per la solidità nè per le cure avute nella posa con quelle destinate alla trazione elettrica e malgrado tutto ciò i servizi di telefono e telegrafo non hanno mai dato luogo ad alcuna difficoltà seria nè ad alcuna critica.

Se dunque si abbandonano i pregiudizii e si esamina la questione con attenzione e imparzialità tutto porta a credere che sarà la stessa cosa per le linee aeree delle strade ferrate. Se cerchiamo di renderci conto delle perdite totali che sono rese necessarie dalle multiple trasformazioni dell'energia, dalla macchina a vapore dell'officina generatrice ai cerchi delle ruote dei treni noi troviamo i risultati seguenti:

per l'alimentazione diretta:

Dinamo generatrice	0, 96
Linea secondaria	0, 90
Motore	0, 85 a 0, 90
	0, 73 a 0, 77

Nel caso dell'alimentazione con sottostazioni il rendimento sarà uguale alla cifra precedente moltiplicata per il rendimento del sistema costituito dai trasformatori di partenza, dalla linea primaria e dalle sottostazioni.

Nel caso del trasporto di forza del Niagara a Buffalo il rendimento di questo sistema è stimato raggiunga l'88 % e in tale rendimento sono compresi i rendimenti dei trasformatori di partenza e di arrivo, dei convertitori rotativi e della linea primaria.

Però nel nostro caso non si può sperare di raggiungere un rendimento così elevato perchè le sottostazioni non funzionano a pieno carico vale a dire nelle condizioni le più economiche, supponendo ch'esse lavorino a un quarto del carico totale il rendimento totale sarà circa dell' 80 % e i rendimenti parziali saranno:

Trasformatori di partenza	0, 97
Linea primaria	0, 95 a 0, 96
Trasformatori delle sottostazioni . . .	0, 93 a 0, 94
Convertitori rotativi	0, 91 a 0, 92
	0, 79

Nel caso in cui si impieghino motori d'induzione si sopprime il trasformatore rotativo e allora il rendimento totale sale a 0, 84.

Il rendimento totale, quando si usano le sottostazioni per l'alimentazione, compresi i motori della locomotiva, la linea secondaria e la dinamo generatrice sarà dunque 0, 58 a 0, 65 cioè in media 0, 60 vale a dire il rendimento medio delle locomotive a vapore (1).

Faremo notare la parte nuova e particolarmente interessante che sono chiamati a rappresentare le strade ferrate e i servizi nuovi che l'elettricità permetterà di aggiungere agli altri, già così grandi ch'essi rendono al paese e che ne fanno l'organo il più potente della vita d'una regione.

Le linee elettriche primarie trasportando la corrente ad alta tensione permetteranno di ottenere in tutti i punti della rete la luce e la forza motrice, i due elementi più necessari alla vita industriale. Esse permetteranno di ottenerli a condizioni di prezzo molto ridotte perchè da una parte questa forza motrice sarà prodotta in officine centrali grandiose ove tutto potrà essere combinato in modo di ridurre il prezzo di costo al più basso limite e d'altra parte questi trasporti di forza non essendo stabiliti unicamente per questo scopo non dovranno sopportare spese generali e tassi d'interessi e d'ammortamento comparabili a quelli che gravano sulla più gran parte degli altri trasporti di forza e che li rendono talora poco vantaggiosi.

L'illuminazione delle città, in particolare, così costoso attualmente per la piccola utilizzazione annuale delle stazioni centrali potrà essere realizzato a condizioni molto più vantaggiose, massime per le meno importanti.

La trazione all'interno delle città e sulle piccole linee d'interesse locale e altre applicazioni che sarebbe troppo lungo enumerare ma che ciascuno può senza fatica concepire saranno nuovi cespiti per le società delle strade ferrate ed un benessere per la popolazione da esse servite.

(Continua).

(1) Giova avvertire che nel fatto tali rendimenti complessivi saranno difficili da ottenere epperò sarà prudente di essere meno ottimisti. LA REDAZ.

LE INDUSTRIE MECCANICHE ITALIANE

ALL'ESPOSIZIONE DI TORINO.

Con questo titolo è apparso recentemente nella *Nuova Antologia* uno scritto assai interessante dovuto al chiarissimo Direttore del nostro Giornale l'onorevole Professore Colombo.

Pensiamo di far cosa gradita ai nostri lettori riproducendo tale articolo in quanto troviamo che in esso sono riassunte con mano maestra le condizioni attuali della nostra industria meccanica e sono colla maggior franchezza deplorate le incertezze, le inconseguenze e gli errori della nostra azione governativa in fatto d'industrie.

Grande è il cammino percorso dalla costruzione meccanica a partire dalla Esposizione del 1881 fino ai nostri giorni e positivi sono i risultati raggiunti da talune branche di essa. Siamo in ciò d'accordo coll'egregio professore e solo vogliamo sottolineare che il successo è stato ottenuto solo quando le condizioni del mercato interno vi hanno portato il loro efficace concorso, e solo là dove la specializzazione si è più nettamente pronunciata, dove si è studiato con amore e sacrificio il problema della costruzione seria e dove la smania del fare un po' di tutto ha ceduto il posto all'intuito sano e profondamente sentito, di quello che si doveva e meglio conveniva di fare nel nostro paese.

Si è visto che non bastava erigere uno stabilimento per fare un'industria, ma occorreva sopratutto che la mente direttiva di quell'industria sapesse e potesse migliorare, innovare, creare, occorrendo, qualcosa che uscisse dalla costruzione ordinaria senza di che non si sarebbe conquistato il mercato nazionale e tanto meno si sarebbe potuto aspirare a quel sommo premio per l'industria italiana che è l'esportazione.

E s'è visto anche come non sia il caso mai di spregiare il sussidio delle cognizioni che ci vengono dal di fuori, e come sia doveroso anzi di inspirarsi a quanto di buono e di nuovo si studia e si fa negli altri paesi incontestabilmente più avanzati nel campo della costruzione meccanica.

Ed altre cose si sono viste o si vedranno meglio per l'innanzi e cioè s'è inteso che non devono essere soltanto i dazi protettori, i premi di costruzione, i favori passaggeri di un cospicuo cliente quale può essere il Governo od una grossa

compagnia ferroviaria, le basi su cui si pensa di erigere tutto l'edificio di una data industria per averne lucro e decoro, ma devono essere la coscienza del far bene, del fare onestamente e meglio di ogni altro, dell'aver cercato cogli studi e coi sacrifici ogni forma di reale progresso, dell'aver saputo conquistare la fiducia e la stima dei consumatori più seri e più competenti, del tenere con serietà un posto distinto fra i migliori di tutta Europa.

E pur troppo non sempre sono questi i requisiti che le industrie italiane presentano. Ciò non diciamo per muovere biasimo a chicchessia, il cielo ce ne guardi, ma piuttosto perchè valga di sprone e d'indirizzo ai migliori che sono in campo e che strenuamente lottano ed a cui auguriamo con tutto l'animo di riuscire.

Non vogliamo dissimularci le difficoltà che tale lotta ha presentato e presenta nel nostro paese, ma queste difficoltà appunto vogliamo ricordate solo per mettere in maggior luce il successo di coloro che hanno raggiunto la meta, ed ancora mirano ad obbiettivi più nobili ed elevati.

Senza un forte assetto industriale e commerciale, non giova sperare che le industrie meccaniche possano trovare in paese quegli elementi di vita che loro sono necessari per prosperare. E questo assetto industriale sarà anche ausilio potente pel raggiungimento di quella tranquillità materiale e morale a cui aspirano i partigiani d'una Italia eminentemente od unicamente agricola. Nel concetto dell'egregio prof. Colombo l'industria deve sorreggere nel nostro paese le deficienze eventuali dell'agricoltura, quelle deficienze che le possano derivare dalla concorrenza straniera la quale ormai imperversa fieramente ai nostri danni.

Ma per rimanere nel tema delle costruzioni meccaniche prendiamo atto con animo lieto che è risorta a nuova esistenza e si è fatta potente la costruzione delle macchine a vapore perchè il paese ha per molti anni richiesto, e richiede ancora, di esserne provvisto, e similmente ha fatto la costruzione delle turbine, massime dopo che la elettrotecnica ha saputo mettere in così alto valore l'energia idraulica moltiplicandone le mirabili applicazioni; ma non dimentichiamo che lo stesso non è avvenuto, e non poteva avvenire per le macchine speciali dell'industria e ben si comprende.

La meccanica delle industrie speciali è ancora bambina presso di noi, ed è bambina perchè non ha mercato in paese e tanto meno quindi può averlo all'estero. La meccanica speciale ha bisogno di essere alimentata dall'industria del paese, vive della vita di questa, si perfeziona per le innovazioni che i tecnici specialisti sanno trovare e giunge a conquidere di conseguenza il mercato di fuori, solo quando con nuove applicazioni, con nuove forme di macchine rivela d'aver ottenuto veri e propri progressi tecnologici.

Ora noi siamo molto lontani da ciò. Tributari all'Inghilterra per tutto il macchinario della grande industria della filatura, tributari della Svizzera e della Germania per quello della tessitura e del finimento filati e tessuti, non abbiamo saputo fin quì nemmeno emanciparci per quanto riguarda la lavorazione della canapa che è pure un prodotto nostro abbondante e buono. Abbiamo qualche officina che dopo aver cominciato a riparare macchine

speciali, s'è messa a copiarne di straniere ed oggi tenta di fare meglio. Lodiamo le intenzioni ma dippiù non possiamo dire. Il macchinario dell'industria agricola è americano o inglese, e se si fa eccezione dei trebbiatoj fatti in parte in Italia assieme alle locomobili, (Breda di Milano), non vediamo che si accenni ad un prossimo riscatto. Per le industrie grafiche, compresavi anche la fabbricazione della carta, cartoni ed accessori, la pochezza dello sviluppo cui sono condannate in paese fa sì che si debba dipendere, salvo per una piccola parte (Dell'Orto di Milano e Bollito di Torino), dalle Case potenti di Germania che hanno saputo raggiungere un grado assai spiccato di originalità e perfezione.

Quanto alla fabbricazione delle macchine utensili per lavorare i metalli ed il legno, dobbiamo riconoscere l'assoluta superiorità americana, dove si è saputo creare in questi ultimi anni un materiale genialmente nuovo, pratico, perfetto nella costruzione, tale da imporsi a tutti i costruttori seri non solo d'Italia, ma anche d'Europa.

E la nostra inferiorità, lo ripetiamo, è d'altronde perfettamente giustificata dalla esiguità del mercato che le nostre industrie nascenti, sanno offrire al costruttore che volesse specializzarsi per esse. Il fatto è ancor più evidente per le industrie più spiccatamente nuove e speciali, come quella delle macchine da cucire e da ricamare e quella delle macchine da scrivere, comporre, ed anche per tutto ciò che tocca l'elettrotecnica, il ciclismo e l'automobilismo.

Qualcosa di meglio si è fatto per le industrie alimentari e cioè per i molini, i pastifici, le pilerie da riso, ed altre preparazioni di prodotti agricoli pel consumo interno e per l'esportazione.

E difatti la necessità di trasformare tutto il vecchio macchinario dei molini ha creato dapprima una corrente forte d'importazione di macchine e poi ha fatto nascere od ha meglio alimentato. alcuni costruttori nazionali, Zopfi, Zanelli, Locarni, ed altri, che promettono di prendere un forte assetto. La necessità ed il desiderio di lottare coll'Estero ha incuorato in altri campi delle industrie alimentari alcuni animosi, ed oggi per taluni prodotti agricoli, il latte per esempio, si sono sapute creare forti industrie e con esse una tecnica ed una meccanica speciale, le quali sono sulla via di prosperare anche da noi.

Date le condizioni industriali del nostro paese, ultimo venuto nel novero dei lavoratori dell'industria, vi ha motivo ancora di conforto nel pensare che qualcosa si è saputo fare. Non è concesso sostare giacchè ogni maniera di progresso ci incalza.

I primi a prendere posizione dovrebbero essere i costruttori del materiale elettrico pei quali il mercato si va creando e consolidando. Non hanno tempo da perdere; sappiano osare e con essi sappia osare anche il capitale italiano e per essi si mostri benevolo il compratore nella convinzione, che è doveroso di incoraggiare anche con qualche sacrificio, l'industria del proprio paese.

C. S.

Ed ora non senza chiedere venìa al lettore per la troppo lunga premessa ecco il pensiero nitido e convinto dell'Onor. Colombo:

« L'Esposizione di Torino, assai bene organizzata e ordinata, favorita dalle attrattive della città e dalla bellezza dei giardini nei quali fu collocata, davanti un paesaggio incantevole, dotata di un eccellente sistema di comunicazioni tramviarie, è riuscita molto aggradevole anche per le sue proporzioni non eccessive, per cui non stanca il visitatore, e per un moderato uso di tutti quegli svaghi, montagne russe, taboga, pallone frenato, panorami, cinematografo, selvaggi del Dahomey, che ormai sono l'accompagnamento obbligatorio di tutte le Esposizioni.

Dal punto di vista industriale, però, non si può dire che l'Esposizione di Torino sia completa, nè equilibrata, nè che rappresenti fedelmente lo stato presente delle industrie italiane.

Questo difetto di equilibrio è probabilmente dovuto alle cause stesse che fanno sempre più degenerare le Esposizioni nazionali e internazionali: cioè la sfiducia ognora crescente degli industriali serii nell'esito commerciale che dovrebbe compensare la spesa di esporre, e la tendenza sempre maggiore a dare alle Esposizioni il carattere di spettacolo e di fiera, e quindi a favorire il concorso di quei fabbricanti, i quali, per la natura dei loro prodotti, possono più facilmente sperarne la vendita abbondante ed immediata. Così nei riparti delle manifatture si riscontra anche qui il consueto eccesso della mobiglia e delle ceramiche in confronto delle grandi industrie e specialmente di quelle della seta e del cotone, così floride in Piemonte e in Lombardia; così nei reparti delle industrie meccaniche, anzi sopratutto in questi, si vedono grandi stabilimenti e cantieri rappresentati poco più che da fotografie e modelli, mentre abbonda in proporzione, nella galleria del lavoro, la meccanica delle paste, della cioccolata e dei confetti. Un forastiero o anche un Italiano, che visitassero l'Esposizione per conoscere le nostre grandi industrie meccaniche, non potrebbero certo farsene una adeguata idea. Ma chi sa quale movimento esse abbiano fatto in questi ultimi anni, può, dal poco che si vede all' Esposizione, ricostituire la loro situazione presente, e rallegrarsene.

Nel 1881, quando fu fatta a Milano quella Esposizione nazionale, che parve, ed era infatti, una rivelazione, le gallerie delle macchine e del lavoro contenevano molte promesse, ma fatti ancora assai scarsi Le grandi costruzioni metalliche si cominciavano bensì a fare in paese, ma le travature e i ferri speciali ci venivan tutti dall'estero, dalle ferriere della Francia, del Belgio e dell'Inghilterra. Dall'estero ci venivano pure i ferri, gli acciai, le caldaie, le macchine e le artiglierie della marina da guerra. Tutto il materiale metallico fisso delle ferrovie, rotaie e accessorì, e, con poche eccezioni anche il materiale mobile, e sopratutto le macchine, si facevano venire dall'estero; messa l' Inghilterra in seconda linea, erano la Germania e l'Austria, i cui

fabbricanti, avendo assicurati prezzi alti nel loro paese, potevano ribassare e vincere l'altrui concorrenza in Italia, che dominavano il nostro mercato colle loro locomotive. Dappertutto, a Genova, a Milano, a Napoli, a Venezia, Palermo, si costruivano bensì motrici a vapore per l'industria; Neville di Venezia aveva anche introdotto in Italia le turbine Girard; molte fabbriche avevano cominciato la costruzione di macchine industriali diverse; ma in fatto, salvo le caldaie, che si costruivano in più larga scala, protette come erano, dalle spese di trasporto, la maggior parte dei motori veniva dall'estero, i motori a vapore dall'Inghilterra e dalla Svizzera, le turbine dalla Svizzera e dalla Germania, le macchine industriali da diversi paesi, secondo la specialità loro. In questo campo delle industrie meccaniche, in somma, c'era molto, se non quasi tutto da fare. Nè all'Esposizione di Torino del 1884, meno le novità elettriche venute avanti nell'intervallo, si manifestava uno stato di cose sensibilmente migliore. Ma il crescente spirito d'iniziativa, la coltura tecnica diffusa dalle scuole speciali, il regime doganale stabilito nel 1887 e i trattati del 1891-92 hanno modificato profondamente la situazione nel periodo, relativamente breve, che corse dalle prime Esposizioni a quella inaugurata quest'anno a Torino.

* * *

Ormai il materiale necessario alle costruzioni metalliche, travi, travicelli e altri ferri laminati, e le lamiere, salvo qualità speciali richieste per la fabbricazione delle caldaie, si possono avere dalle ferriere nazionali di Terni, della Toscana, della Riviera e di Vobarno. Terni e la Fonderia Milanese forniscono pezzi d'acciaio fusi, e Fossati di Sestri Ponente pezzi fucinati per macchine e per costruzioni navali Tubi di ferro per vapore espone Migliavacca di Vobarno; tubi di ghisa di tutte le dimensioni espone la Società degli Alti Forni, fonderie e acciaierie di Terni; quindi si può dire che per le condutture di acqua e di gas non c'è nessun bisogno di ricorrere all'estero, e infatti molti recenti impianti di acqua potabile sono stati fatti con materiale fuso in paese.

La marina da guerra può far costruire gli scafi nei cantieri di Ansaldo, di Odero e dei fratelli Orlando, e commettere le macchine motrici a questi e ad altri stabilimenti nazionali; nè ha bisogno neppure di andare fuori di paese per fornirsi di corazze e di artiglierie. Il compianto ministro Brin, cui la marina italiana deve il suo presente sviluppo, comprese la necessità di favorire l'impianto di grandi stabilimenti capaci di rendere l'Italia assolutamente indipendente dall'estero per la sua difesa in mare; e quindi, mentre fu sempre favorevole ai cantieri navali, come lo provò anche in circostanze recenti e malgrado fierissime opposizioni, quando si trattò della vendita di navi da guerra all'Argentina e alla Spagna, secondò vigorosamente l'iniziativa del senatore Breda, allorchè questi ideò di fondare a Terni il Creusot italiano; chiamò Schwartzkopf a Venezia a impiantare un siluripedio, e più tardi diede il suo appoggio al progetto di Armstrong di erigere a Pozzuoli una fabbrica di artiglierie di marina. E così Terni potè iniziare

nel 1886 la fabbricazione delle corazze, nella quale si andò perfezionando anche con procedimenti propri, e avviare nel 1891 quella dei proiettili di acciaio che prima si commettevano alle acciaierie di St.-Étienne, o a quelle di Armstrong e di Krupp; e si potè giungere a un risultato che certo l'onorevole Brin non aveva preveduto: che cioè, l'Italia riuscisse a esportare all'estero per un valore di circa 16 milioni di corazze e di artiglierie, uscite dagli stabilimenti di Terni e di Pozzuoli per l'armamento delle navi vendute da Ansaldo e da Orlando.

Quest' esportazione di navi da cantieri italiani è uno degli avvenimenti più significativi e più importanti nella storia dell'industria nazionale. Esso non va considerato come un fenomeno passeggero o accidentale. Lo stato di tensione fra le Potenze europee pei recenti fatti nell' estremo Oriente, la nuova politica degli Stati Uniti, gli attriti ancora vivi fra gli Stati del Sud-America, tenderanno probabilmente, malgrado l'iniziativa pacificatrice dello Czar, a far aumentare e affrettare le difese navali; e l'Italia la quale, dopo aver provveduto alla propria difesa, non avrebbe nessuna ragione di ingerirsi in quelle questioni internazionali, verrebbe a trovarsi in eccellente posizione rispetto a quelle stesse Potenze contendenti, i cui cantieri, sovraccarichi di lavoro, non potrebbero bastare alle richieste di navi da guerra provenienti da tutte le parti del mondo. Il fatto ha provato in questi ultimi anni, che i cantieri e gli stabilimenti italiani sono capaci di costruire non solo navi mercantili di primo ordine, come lo han dimostrato coi bei vapori forniti alla Navigazione Generale Italiana, ma anche navi da guerra non inferiori a quelle dei migliori cantieri esteri; la restituzione dei dazi all' esportazione e la legge sui premi alla marina mercantile li proteggono largamente; quindi non c'è ragione perchè l'industria delle costruzioni navali non prenda quello sviluppo di cui son sintomi le vendite recenti alla Spagna e all'Argentina, che rappresentano all'incirca un'esportazione di 80 milioni. E sembra già che questa cifra debba presto aumentare, poichè si parla di nuove navi da guerra che sarebbero commesse da altri Stati.

***

Un eguale indirizzo ha preso da pochi anni l'industria della costruzione del materiale ferroviario. Prima delle convenzioni ferroviarie che accordarono un'equa protezione al materiale nazionale, e della tariffa del 1887 che l'accordò, forse in misura eccessiva, alle rotaie fatte in paese, non c' erano sintomi che le ferrovie potessero valersi dei nostri stabilimenti; le poche locomotive costrutte nelle officine di Ansaldo e di Pietrarsa e i veicoli di Grondona non si può dire che volessero significare gran cosa in confronto all'enorme quantità di materiale mobile importato. Oggigiorno è il contrario che avviene: la più gran parte delle locomotive, delle carrozze e dei carri è fatta in Italia, e solamente per eccezione e in piccola proporzione, e certo, come si dirà, non per colpa dei nostri costruttori, si importa materiale straniero. All'Esposizione di Torino non si può dire che questa grande industria

sia rappresentata in modo completo, e neppure in proporzioni appena sufficienti; pure le principali fabbriche, Breda, Grondona-Comi e Miani-Silvestri di Milano, Diatto di Torino, le officine di Saronno e di Savigliano e quella della Rete Mediterranea hanno mandato cadauna qualche macchina o qualche veicolo tanto per far atto di presenza: fra le altre cose, uno di quei carri da merci di 30 tonnellate di portata, che Miani-Silvestri sono riusciti a stento a introdurre sulle nostre ferrovie, malgrado difficoltà d'ogni genere, e che sarebbero un rimedio parziale all' attuale scarsezza di carri. Ma il maggiore interesse viene dal sapere, che non solo le fabbriche italiane possono dare e danno il materiale mobile occorrente alle nostre ferrovie, ma hanno trovato modo anche di esportare, per quanto ancora in piccola misura. L'Elvetica (Ditta Breda e Comp.) di Milano, che ha costrutto nello scorso decennio 15200 tonnellate di locomotive, ne ha esportate 3350, cioè 42 macchine in Rumenia, e 28 in Danimarca, tuttora in costruzione. La Ditta concorse pure in India e in Egitto, e pei prezzi delle macchine avrebbe potuto avere il disopra in confronto degli stessi industriali inglesi; ma le spese di trasporto per le merci italiane, così alte, tali che costa di più il trasporto di una locomotiva da Milano in Sicilia, che quello di una locomotiva dall' Inghilterra in India, annullano il margine del costo. Anche in Germania si è tentato di concorrere per le locomotive; ma colà si trova sempre modo di non commettere all'estero quello che si può fare in paese.

In quest' ultimo fatto si trova un grande insegnamento per noi, che in materia di scambi abbiamo in generale una grande propensione ad abbracciare le teorie astratte, senza saggiarle alla prova dei fatti ed adattarvele. Ma v'ha di più. Non solo in Germania non si voglion commettere le locomotive all'estero; non solo i costruttori, potendo ottenere prezzi equi per le loro macchine in paese, sono in grado di vendere all' estero la produzione in eccesso a prezzi di concorrenza; ma il Governo stesso pensa ad assicurare alle fabbriche nazionali tutto il lavoro disponibile e a bene ripartirlo fra loro. Il *Submissions Anzeiger* del 20 scorso luglio dà notizie d'una conferenza tenuta presso il dicastero delle ferrovie a Vienna onde suddividere fra le varie fabbriche il fabbisogno di materiale per un periodo di cinque anni avvenire. Ora, chi scrive ha presentato alla Camera, nel 1890 una mozione, la quale tendeva per l'appunto a far calcolare quante macchine fossero necessarie per le ferrovie italiane in un periodo di alcuni anni e a stabilire che si dovessero ripartire le ordinazioni, con riguardo alle officine nazionali, in modo che tutte queste avessero un lavoro continuo e costante. La mozione, dopo lunga e vivace discussione, cui presero parte tutti gli economisti della Camera, passò a grandissima maggioranza nel gennaio 1891; ma cosa ne è avvenuto di poi? È rimasta, come tante altre mozioni e ordini del giorno, lettera morta. E così, non prevedendo mai nulla, benchè sarebbe così facile di calcolare quanto materiale mobile bisogna provvedere per una rete ferroviaria ormai compiuta, si lascia venir l' acqua alla gola, e allora si ordinano macchine e veicoli in fretta e in furia, con termini ristretti per la consegna; le officine nazionali intanto hanno dovuto conge-

dare personale o sospendere la fabbricazione per mancanzo di lavoro; poi venuto il momento delle ordinazioni, si trovano naturalmente obbligate ad accingersi ad un lavoro febbrile, iugulate dai termini di consegna, colla prospettiva di proteste e di multe, e non di rado devono rinunciare per questa ragione a un'ordinazione e rassegnarsi con dolore a vederla passare ad officine forastiere. Ora, questo è suppergiù il modo col quale nel nostro paese si provvede molte volte all'industria nazionale.

Anche nel materiale ferroviario fisso cominciamo a emanciparsi. Non solo le nostre officine e fonderie provvedono il materiale di ghisa e d' acciaio necessario per l'armamento e per le stazioni; ma anche la fabbricazione delle rotaie, protetta com'è dalla tariffa del 1887, ha potuto, ciò che sarebbe stato impossibile prima, fondarsi in paese: risultato che evidentemente potrebbe diventar prezioso in tempo di guerra. I grandi impianti di Terni e di Savona permettono adesso di fornire le rotaie non solo alle ferrovie, ma anche alle reti delle tramvie urbane, che ora si vanno estendendo con una rapidità straordinaria. Si tratta di rotaie pesantissime e di difficile laminatura; pure anche in questo, dopo alcuni tentativi, l'industria nazionale ha potuto, come avvenne per la rete tramviaria di Milano, sostenere vantaggiosamente il confronto colla fabbricazione forastiera.

***

Un progresso davvero inaspettato ha fatto da pochi anni la fabbricazione delle macchine a vapore, grazie al talento e all'energia spiegata da un grande costruttore, l' ingegner Tosi di Legnano. Altri valorosi costruttori di macchine a vapore ci sono in Italia, come Neville di Venezia, il quale, come è stato uno dei primi a costruire le grosse macchine con sistemi moderni, così anche oggi non cessa dal progredire; ma Tosi è riuscito al risultato capitale pel nostro avvenire economico, e sorprendente in questo ramo di industria, di esportare e non in piccola scala. Egli ha approfittato dello slancio che ricevette questa fabbricazione delle macchine a vapore dalla diffusione degli impianti elettrici in Italia e fuori dopo il 1883. Si richiedevano macchine potenti, regolarissime e a grandissima velocità (chi scrive introdusse in Italia, nel 1883, le prime macchine di questo tipo, a 350 giri, nell' impianto elettrico di Santa Radegonda a Milano); ora Tosi si dedicò specialmente a questi tipi di macchine, e riuscì, con una eccellente organizzazione dell' officina di Legnano, colla formazione di una buona e ben trattata maestranza, e con un'esecuzione inappuntabile, a costruire macchine a vapore di questi e di altri tipi che ebbero un successo enorme. Nello scorso decennio i costruttori italiani, lui alla testa, arrivarono quasi a sopprimere l'importazione di macchine dall'estero. In questo periodo Tosi costrusse più di 1400 macchine, per una forza di quasi 150 000 cavalli; e di queste macchine ne mandò all' estero circa 140 per una forza complessiva di più di 30 000 cavalli. Il cliente maggiore fu il Sud-America per 13 000 cavalli: poi viene la Spagna con più di 4000 cavalli, la Germania con più di 3000, l'Austria e la Russia con quasi 5000, l'Egitto, l'Inghilterra e le

sue colonie, la Norvegia, gli Stati danubiani, la Svizzera e la Francia per il resto: la maggior parte per impianti elettrici. Buenos-Ayres, Santiago-Chilì, Cairo, Melbourne, Berlino, Vienna e molte altre città hanno impianti mossi in tutto o in parte da macchine Tosi.

Ma la macchina a vapore non è destinata a tenere il campo con un dominio quasi assoluto nell'industria e in tutte le applicazioni della forza motrice, come ha fatto finora. Essa è insidiata, nei paesi che ne abbondano, dall'acqua, la cui forza, per le recenti scoperte dell'elettricità, si può portare a grandi distanze a contrastare l'impero alla macchina a vapore. Il problema è già risolto per le industrie che si trovano a 20, 30, 40 chilometri di distanza dalle forze d'acqua, e non è detto che non si possa risolverlo, ancora economicamente, a distanze maggiori; è risolto per le tramvie, urbane o vicinali; è in via di risoluzione per le brevi linee ferroviarie; non è ancora risolto per le grandi linee principali, nè per la navigazione, ma nessuno oserebbe sostenere che non si risolverà, anche per la navigazione, se, per esempio, fosse trovata la soluzione per ora imperfetta e limitata, del problema di immagazzinare, in condizioni convenienti, la forza. È tutta una quistione di limiti, e questi dipendono da molte e diverse circostanze. Dove la forza d'acqua è abbondante e concentrata, cosicchè risulti piccola la spesa di raccoglierla e utilizzarla, o dove il carbone arriva dai porti caricato di grandi spese di trasporto, o dove, per la natura stessa dell'impianto, il carbone viene poco bene utilizzato, la forza idraulica può competere colla macchina a vapore anche a distanze assai grandi, più grandi di quelle alle quali potrebbe competere nei casi contrari; e, del resto, non si può prevedere quali risorse ci potrà presentare la scienza in avvenire per facilitare, più che non avvenga ora, il trasporto economico della forza. Già le alte tensioni elettriche di 10, di 12, di 15 000 volt, che tre o quattro anni fa non si credevan possibili e che pure servono, quanto più sono alte, a diminuire il peso di rame delle condotture, non ispirano più, ora, alcuna paura; e può darsi che se ne impieghino ancora di più alte, come è avvenuto della pressione nelle macchine a vapore, per le quali non si teme ora di arrivare a 12 o 15 atmosfere, ed è facile prevedere che si arriverà presto a 25 o 30. La ditta Pirelli ha già presentato all'Esposizione di Torino un cavo che funziona a 20 000 volt. Ma chi sa quanti altri secreti la scienza elettrica ha ancora da svelare; è la scienza delle sorprese, e per ciò ci ha abituati a non sorprenderci oramai più di nulla.

L'Italia, favorita in alcune sue parti di acque abbondanti, che scendono da altissimi monti, può entrare in prima linea fra le nazioni industriali, e fors'anche superare le più prospere, purchè si sappia trarne partito, e presto, Un calcolo approssimato della portata e della caduta dei nostri fiumi ci fa supporre che se si utilizzasse soltanto un decimo della loro forza disponibile, si avrebbe ancora una forza doppia di quella che si impiega ora in Italia per tutti gli usi presi insieme e che è valutata qualche cosa di più di 2 000 000 di cavalli. Ma bisogna non perder tempo. Altre nazioni si affrettano a trar partito delle proprie forze idrauliche, e aumentano così la

propria potenza economica; tuttavia l'eccesso della forza disponibile ne farà probabilmente rinvilire il valore sul mercato mondiale, per cui i paesi più fortunati saranno quelli che ne avran tratto partito pei primi. D'altra parte è necessario che il Governo non ci metta troppo le mani, e non inceppi colle tasse, colle difficoltà burocratiche e anche solo col preoccuparsene in modo eccessivo, fosse pure a fin di bene, il naturale svolgimento dell'iniziativa industriale. Ma pur troppo non è così. Un ministro dei lavori pubblici, colla onesta intenzione d'impedire l'accaparramento delle forze idrauliche disponibili da parte di speculatori, volle farne accaparratore il Governo stesso per usi eventuali futuri; e così portò lo scompiglio nell'industria che già si lanciava con ardore alla loro utilizzazione.

Una ditta costruttrice straniera, specialista di impianti elettrici, si era combinata con una nostra Società ferroviaria per fare un grande esperimento di trazione elettrica, il più grande tentato sinora su un lungo tronco di ferrovia. L'on. Afan de Rivera temette che questo fosse un avviamento a consegnare le nostre forze idrauliche in mano a stranieri, e si propose di non concederle, sopratutto quelle che potessero, ora, o poi, usarsi a pro della trazione sulle ferrovie. Il proposito dell'on. Afan de Rivera era senza dubbio ispirato a un concetto encomiabile, e, fino a un certo punto, giusto. Ma, forse, nell'enunciarlo e nel difenderlo in un articolo, molto discusso, da lui pubblicato sulla *Nuova Antologia*, egli è andato al di là del suo pensiero.

Non parliamo della ingiusta diffidenza che l'egregio generale, fidandosi troppo di un rapporto tecnico, eccessivamente americano, da lui citato, manifesta per la scienza in materia di elettrotecnica. Il fatto è, invece, che l'elettrotecnica è forse la materia nella quale la parte scientifica ha il maggiore e quasi l'esclusivo predominio. I più grandi progressi sono dovuti alla teoria pura; senza gli studi di Hertz non avremmo la telegrafia senza fili di Marconi, come senza gli studi di Galileo Ferraris non avremmo i motori a campo rotante; le più riputate fabbriche di materiale elettrico sono quelle, e son poche, dirette o ispirate da distinti teoristi. Ma, anche all'infuori di quest'opinione personale dell'egregio generale, il suo concetto appare assai pericoloso per l'avvenire di quella stessa applicazione delle forze idrauliche che egli vorrebbe proteggere.

Innanzi tutto l'applicazione della elettricità alle grandi linee ferroviarie è ancora un problema da risolvere; poi è assai probabile che questa applicazione rappresenti, in un gran numero di casi, l'utilizzazione meno vantaggiosa delle forze idrauliche. Il servizio ferroviario, infatti, richiede spesso la disponibilità di una grandissima forza, che viene effettivamente utilizzata tutta in certe epoche o in certi giorni, o in certe ore; ma la forza media impiegata è assai inferiore alla massima. Per trarre invece il più gran partito dalle forze idrauliche, conviene evidentemente preferire quelle applicazioni per le quali il consumo di forza si avvicini il più che possibile al massimo disponibile, durante il più gran numero possibile di ore nella giornata; e tale è effettivamente il caso, in generale delle applicazioni all'industria.

Per avere, dunque, le mani libere e riservare le forze che potrebbero essere richieste da applicazioni eventuali, lontane, ancora malsicure, e in ogni modo poco vantaggiose, quanto danno non si rischia di portare all'industria, che è in grado di trarne maggior profitto e che aspetta con ansia le concessioni domandate, per poter surrogare il carbone? È giusto di sospendere queste concessioni a vantaggio delle ferrovie sole? Si vogliono tener indietro gli accaparratori di forze idrauliche, e sta bene, per quanto la legge vi provveda già abbastanza coi canoni e colla decadenza delle concessioni non prontamente utilizzate; ma non si imiti l'avaro che sotterra i tesori perchè nessun altro ne possa godere. Così, mentre riman sospeso quel solo grande esperimento di trazione ferroviaria che stava per essere fatto, e che sarebbe stato un prezioso insegnamento per l'avvenire, rimangono anche sospese e incagliate, in attesa di verdetti burocratici e con manifesta infrazione della legge sulle concessioni di acque pubbliche, tutte quelle applicazioni ai trasporti di forze per uso delle industrie, le quali, anche se iniziate con capitali stranieri, potrebbero mettere rapidamente l'Italia in posizione vantaggiosa fra le nazioni più industriali. Non dimentichiamo che se l'America vanta i suoi 50 000 cavalli del Niagara, i quali diventeranno fra breve 100 000 e potrebbero diventare milioni, ove agli Americani venisse in mente di riservare soltanto la domenica ai viaggiatori lo spettacolo della celebre cascata; se essa vanta i 150 000 cavalli in corso di utilizzazione a Massena all'uscita del fiume S. Lorenzo dal lago Ontario; se in Europa si citano gli impianti di Rheinfelden di 14 000 cavalli, di Chèvres, per altrettanta forza, di Cusset-Jonage di 18 000, di Bellegarde di 10 000; l'Italia può alla sua volta vantare, oltre l'impianto di Tivoli, il quale, se è modesto, ha però il merito di esser stato il primo, quello di Paderno di 13 000, quello di Vizzola di 20 000, e altri di parecchie migliaia di cavalli ciascuno, e potrebbe, se il Governo non ci si mette di mezzo, utilizzare ancora altre centinaia di migliaia di cavalli.

***

Questo grande e inaspettato progresso dell'elettrotecnica, che sta, si può dire, rinnovando l'industria del mondo, ha avuto una grande influenza anche sulle industrie meccaniche italiane, come si è veduto abbastanza bene, meglio, anzi, che in altri rami, all'Esposizione di Torino. Un gran numero di costruttori, Belloni Gadda, Brioschi-Finzi e il Tecnomasio a Milano, le officine di Savigliano e altri fabbricanti in Piemonte, si sono dati alla costruzione delle macchine e delle motrici dinamo-elettriche; ma sventuratamente non abbiamo, in questo ramo di costruzioni, raggiunto ancora tutto lo sviluppo desiderabile, poichè il materiale elettrico dei grandi impianti ci viene ancora senza eccezioni dall'estero, cioè dalla Svizzera, dalla Germania o dall'America. Se i nostri costruttori non si affrettano a mettersi in misura di far da sè e di escludere il materiale straniero, avranno perduto una occasione eccezionalmente favorevole; ma per ciò bisognerebbe che si assicurassero la collaborazione di distinte capacità teoriche, come fanno le grandi

fabbriche straniere, poichè senza di esse si potrà bensì imitare, ma non creare mai. È così che i Tedeschi sono riusciti a imporsi col materiale elettrico pressochè in tutto il mondo.

In condizioni essai migliori ci troviamo, invece per le condutture elettriche. La Metallurgica di Livorno fornisce la materia prima, il rame, di cui fece una bella esposizione a Torino; quanto alla fabbricazione delle condutture, essa è diventata, per l'opera intelligente e vigorosa di un valoroso industriale, l'ing. Pirelli, una delle più grandi industrie italiane. Dalla fabbrica Pirelli escono non solo le maggiori forniture di fili e di cavi, tanto aerei che sotterranei e per qualunque natura di correnti, per gli impianti fatti in paese anche da ditte straniere, come Schuckert, l'Allgemeine-Elektricitäts-Gesellschaft, Thomson-Houston, la International Electric Company, e i cavi sottomarini nazionali; ma essa ha avviato pure un'importantissima esportazione. Una parte dei 2600 chilometri di cavi sottomarini fabbricati da Pirelli, fu commessa dal Governo spagnuolo; e in Ispagna, in Egitto e nella stessa Inghilterra sono mandate annualmente notevoli quantità di condutture elettriche di ogni genere, sino a raggiungere la cifra di due milioni annui di esportazione.

Contemporaneamente allo sviluppo delle officine di costruzione del materiale elettrico, ha proceduto quella dei motori idraulici per gli impianti di trasmissione di forza. La stessa necessità, già accennata per le macchine a vapore, di costruire motori che si potessero accoppiare direttamente alle macchine dinamo elettriche, diede origine a nuovi sistemi di turbine idrauliche, il cui tipo è originario americano, i quali anche in Europa hanno in gran parte sostituito, non solo per gl' impianti elettrici, ma eziandio per altre applicazioni i tipi tradizionali sinora in uso. Fu ridata importanza all'aspirazione, così utile per le cadute variabili, è ottenuta, con speciali meccanismi, una perfetta regolazione, indispensabile pel funzionamento delle macchine dinamo elettriche. Ora, mentre fino a pochi anni fa era scarsissima la produzione nazionale di questi motori, si ha la prova a Torino, nelle esposizioni di Riva e Monneret di Milano e Calzoni di Bologna, che adesso non c'è più alcun bisogno di commetterli, come si faceva prima quasi esclusivamente, in Svizzera o in Germania. Gli ingegneri Riva e Monneret, sopratutto, hanno saputo in pochi anni diventare specialisti così distinti nella costruzione delle turbine, che ormai i prodotti della loro officina meritano altrettanta e anche maggior fiducia, per tipi e per fattura, di quelli delle migliori fabbriche estere; e così tutti i grandi impianti elettrici fatti recentemente in Italia, anche se costruiti per conto e con macchine di ditte straniere, hanno turbine fatte a Milano: 8600 cavalli per l'impianto della Società Edison a Paderno, 4400 per quello della Società Lombarda a Vizzola, 8100 per i tre impianti di Bussoleno, Castellamonte e Lanzo, fatti dalla ditta Siemens-Halske di Berlino. Dal 1885 ad oggi l'officina Riva-Monneret ha costrutto 461 turbine per un totale di 57 000 cavalli: prova eloquente dell'importanza dell'officina e anche del rapido estendersi degli impianti idraulici in Italia.

* * *

Se non ci fossimo proposti qui di esporre soltanto i progressi più salienti fatti dalle nostre industrie meccaniche in un decennio o poco più, e soprattutto di rilevare il fatto, molto significante, della crescente esportazione dei loro prodotti, potremmo accennare ad altri rami di queste industrie stesse che sono in notevole progresso. Sono ancora scarsi i costruttori specialisti per le numerosissime categorie di macchine richieste dalle industrie manifatturiere, e così dobbiamo sempre rivolgerci all'estero pel materiale delle industrie tessili, delle cartiere e di altre grandi fabbricazioni; tuttavia abbiamo per i molini le macchine dello Zopfi di Monza, per l'agricoltura quelle dell'Elvetica di Milano; nella meccanica di precisione abbiamo il Koristka e il Salmoiraghi, i cui prodotti sono apprezzati anche fuori di paese; e non poco si è fatto nel campo, affatto recente, del biciclismo e dell'automobilismo. Ma in generale c'è tendenza piuttosto a imitare che a creare. Forse ciò può dipendere da mancanza ingenita di spirito inventivo, o da difetto di coltura tecnica, e anche dallo scarso valore che ancora hanno da noi i brevetti. Ci sono molti inventori di gingilli, o di moti perpetui, o di un'areonautica primitiva, ma pochi inventori di cose serie: mentre al giorno d'oggi uno degli elementi più influenti, se non il più influente in via assoluta, del successo di una fabbricazione, è costituito dai perfezionamenti e dai nuovi trovati che si riesce a creare nello stabilimento stesso in cui la fabbricazione si compie, e che gli assicurano, almeno per un certo tempo, la superiorità sugli altri.

Certo le nostre industrie sono ancora in gran parte nel primo periodo del loro sviluppo, e avrebbero bisogno di infinite cure. Bisognerebbe alleggerire le tasse che in forme svariatissime, registro, ricchezza mobile, fabbricati, circolazione, le opprimono in modo eccessivo; bisognerebbe liberarle dall'intransigenza e dalla pedanteria del fisco per questioni di imposte o di dogane, che qualche volta arrivano al punto da far emigrare industrie che avrebbero potuto, con qualche maggior larghezza di interpretazione delle leggi, prosperare in paese; bisognerebbe togliere le infinite difficoltà burocratiche e legislative, che si oppongono a qualunque cosa si tenti fare, per cui ci vogliono mesi ed anni per risolvere questioni vitali di dogane o altro, per ottenere dal Governo, dai Municipi, dalle Società ferroviarie e dai privati il passaggio di una linea elettrica, per far approvare il più piccolo progetto di derivazione d'acqua; bisognerebbe infine non mettere ostacoli d'ogni genere al libero svolgimento dell'iniziativa individuale o collettiva, della quale si ha un esempio nelle associazioni costituitesi nell'alta Italia per la sorveglianza delle caldaie a vapore e per la prevenzione degli infortuni, che a Torino figurano in modo così distinto, nè considerar sempre l'industriale quale un nemico da combattere, come si è fatto colla legislazione degli infortuni sul lavoro.

Pure, malgrado tutto, nelle nostre industrie in genere, e specialmente nelle industrie meccaniche c'è stato in questi ultimi anni un grande slancio,

una tendenza generale non solo a supplire ai bisogni del paese, ma anche ad aprirsi nuovi sbocchi all' estero. Ora, è appunto nel progresso delle industrie e nella esportazione che sta l'avvenire dell'economia nazionale.

* * *

Contando come materie di importazione e di esportazione non solo i prodotti naturali o manufatti, ma anche i frutti dei capitali importati da stranieri in paese oppure collocati da nazionali all'estero, e il danaro speso da nazionali fuori di paese oppure introdotto in paese dai forastieri o dagli emigrati o per redditi industriali o altri, percepiti da nazionali all'estero, è evidente che una nazione, la quale aumenti di popolazione, o almeno non decresca, e intanto continui indefinitamente a importare più che non esporti, così che il suo bilancio economico si chiuda sempre in spareggio, è destinata inevitabilmente a decadere. Vi sono nazioni che importano capitali ma si compensano con una grande esportazione di prodotti come la Russia; o che compensano principalmente le importazioni di prodotti con importazione di denaro dai forastieri come la Svizzera; o che compensano l'eccesso dell' importazione sull' esportazione di prodotti sopratutto colla gran massa dei loro capitali impiegati all'estero, come l'Inghilterra e la Francia; e per quest'ultima il compenso è favorito dallo scarso aumento della popolazione. Ma in ogni modo, per vivere e per prosperare bisogna esportare più che è possibile.

Ora l'Italia non può esportar capitali, anzi ne ha importato e ne importa ancora, sopratutto per imprese industriali, specialmente ora che si vedono i capitali tedeschi esuberanti, non trovando abbastanza impiego in patria, emigrare all'estero e anche in Italia, in gran parte per imprese elettriche; non è arrivata ancora a pareggiare il bilancio dei prodotti, poichè importa tuttora più che non esporti, per una somma di 100 a 150 milioni; quindi non può bilanciare questi due eccessi di importazione, che col denaro introdotto dai forastieri e coi guadagni fatti dagli Italiani all' estero. Per quanto non sia possibile di valutare questa introduzione di denaro neanche approssimativamente, pure si può argomentare da parecchi fatti, che pochi anni sono, quando l'eccedenza dell' importazione di prodotti sull'esportazione era in media di 360 milioni e salì persino a 600, il paese si sia trovato in sensibile spareggio; e che ora soltanto si vada rimettendo. È dunque necessario di continuare a diminuire lo spareggio nel bilancio dei prodotti; è necessario, cioè, di continuare ad aumentare l' esportazione e diminuire le importazioni, o, in altri termini, a supplire sempre più coi prodotti nazionali ai bisogni del paese e a produrne anzi in esuberanza per poterli esportare. E tanto più ciò diventa necessario in presenza del continuo ed eccessivo aumento della popolazione.

Ora, noi manchiamo di minerali, salvo lo zolfo che trova sempre più difficili gli sbocchi, e pochi altri in quantità insignificante; e questo forma la nostra inferiorità principale in confronto a quasi tutte le altre nazioni d'Europa, e anche della Spagna che pure ci è molto simile per condizioni

di clima e di suolo. Saremo per ciò sempre più obbligati a importare carbone e metalli. Non ci rimangono dunque che l'agricoltura e l'industria. Ma l'agricoltura non può più evidentemente bastare ad arricchire da sola il paese, e dovremmo smettere, ci pare, di contarci sopra, ciò che fanno molti, come sulla nostra esclusiva risorsa. Innanzi tutto, abbiamo una parte notevole di paese che è incolta o poco produttiva perchè occupata dalle montagne, e una parte che difficilmente si potrà coltivare con vantaggio per la malaria, o la cui messa in coltura sarà assai costosa per lavori idraulici e di bonifica. Poco quindi si può sperare in una prossima o immediata estensione di coltura, e i progetti di colonizzazione interna, tante volte fatti, saranno destinati ad essere per lungo tempo ancora, sopratutto se si intende effettuarli collo scarso capitale nazionale, progetti chimerici. Inoltre il prezzo dei prodotti agricoli va continuamente ribassando per la enorme estensione delle nuove terre messe a coltura, specialmente nell'America; e ribasseranno forse ancora di più quando saranno messe in coltura le terre africane e la Siberia, già preparata a godere fra breve del benefizio della ferrovia transiberiana. Ci manteniamo ancora saldi coll'esportazione della seta, poichè il Giappone non ci ispira più la paura di prima, e soltanto la China ci fa rimanere ancora dubbiosi e in qualche apprensione; ma l'esportazione del vino, degli agrumi e di altri prodotti speciali al nostro suolo è battuta in concorrenza da moltissime parti. Il grano non che esportarlo, non arriviamo neppure a produrne in quantità sufficiente pel paese, quindi dobbiamo sempre importarne, in una media di 600 000 tonnellate, per un valore, ai prezzi d'oggi, di un centinaio di milioni; e ne importeremmo assai di più se non ci fosse la protezione del dazio, perchè non saremmo in grado di produrlo ai prezzi dei nostri concorrenti in causa delle imposte che pesano sulla produzione agricola. Se vi sono dunque persone le quali credono ancora che l'Italia debba essere un paese esclusivamente agricolo, esse nutrono una pericolosa illusione; e non mancherebbero esempi di nazioni europee molto agricole e poco o punto industriali, per dimostrarlo coi fatti.

Il nostro avvenire economico non può essere assicurato che dall'industria Essa sola può creare nuove ricchezze, diminuire l'importazione, tuttora eccessiva, di prodotti manufatti e avviare l'esportazione, come si è cominciato a fare nell'ultimo decennio.

Sventuratamente il fatto che l'industria si è sviluppata principalmente nel Settentrione d'Italia, che le deve la sua relativa prosperità, mentre il Mezzogiorno, appunto perchè quasi esclusivamente agricolo, soffre, ha fatto nascere un dissidio, che dal campo economico potrebbe, se si continuasse ad alimentarlo, scendere nel campo politico. Si credette sacrificata l'agricoltura all'industria, e si accusarono la tariffa del 1887 e i trattati come causa di un malessere che è dovuto unicamente alle condizioni sfavorevoli. e pur troppo non accidentali, nelle quali trovasi l'agricoltura, e non solo in Italia. Si deplora la rottura del trattato con la Francia, attribuendole sopratutto la crisi del vino; ma non si rammenta che la Francia, vicina allora ad accogliere quella politica protezionista che ancora oggi renderebbe difficile un accordo economico, lo avrebbe denunciato essa stessa; che avremmo

in ogni modo avuto la concorrenza, molto difficile a vincersi, della Spagna; che per ultimo, come risulta dagli studi fatti dai nostri rappresentanti, è dubbio se un accordo ora potrebbe esserci così utile come lo fu quando la malattia aveva invaso i vigneti francesi; che, infine, i trattati del 1891-92 ci hanno dato un'esportazione di vini pressochè eguale a quella che prima si faceva in Francia, la quale, ove da noi si facesse il commercio sempre in buona fede, sarebbe anche suscettibie di aumento. E non si pensa che ormai, nello stato di lotta per la vita nella quale si trovano tutte le nazioni nel campo economico, la protezione si impone non solo per l'industria, ma anche per l'agricoltura, per cui dovemmo già difendere i cereali con un dazio ben maggiore in proporzione di quelli sui prodotti industriali; e non è detto che non si invochino dagli stessi agricoltori protezioni analoghe per altri prodotti del suolo.

Ma il male è, che quando c'è disagio, non si ragiona sempre a fil di logica; e in questo caso il dissidio è alimentato da una scuola economica, che giunge persino a invocare il libero scambio anche senza compensi, piuttosto che lo stato attuale: teoria funesta, che condurrebbe rapidamente il paese alla rovina. Col sistema dei trattati si possono ottenere compensi, negoziando sulla base di sacrificare gli interessi minori per salvare i maggiori; ma aprire le frontiere a tutti i prodotti forastieri senza compenso, equivarrebbe ad annientare la produzione nazionale che non avrebbe più armi per difendersi. Non v'è nulla di più pericoloso, in economia come in qualunque altra scienza, delle teorie assolute e dei così detti sistemi: i fatti lo hanno provato mille volte. E se c'è un modo di conciliare equamente la teoria e l'esperienza è appunto il metodo delle concessioni reciproche.

Senza industrie e senza esportazione anche nel campo industriale, l'Italia non potrebbe sostenersi in mezzo alle nazioni concorrenti. L'industria prospera più in alcune regioni che in altre, per un complesso di ragioni di razza e di attitudini, come la vite, l'ulivo e gli agrumi prosperano meglio in altre regioni per un complesso di condizioni favorevoli naturali. Ma queste condizioni naturali non potrebbero far crescere gli aranci dove non crescono ora, mentre al contrario l'industria può estendersi a poco a poco anche là dove non ha trovato finora elementi favorevoli per svilupparsi E d'altra parte senza l'industria non potrebbe prosperare neppure l'agricoltura. Sono i risparmi accumulati col lavoro industriale che si volgono più spesso a fecondare la produzione agricola, la quale non può diventare intensiva, nè togliersi dalla sua disagiata condizione presente, che per virtù di nuovi capitali. Ora, è di capitale che l'Italia scarseggia e senza aumentare la produzione industriale in modo da poter esportare dopo di aver supplito ai bisogni del paese, non è possibile che nuovo capitale si formi. Ed è perciò che abbiamo voluto additare i sintomi favorevoli e l'avviamento ad esportare che l'esame dei fatti rivela per le industrie meccaniche rappresentate all'Esposizione di Torino, augurandoci che altri possa fare altrettanto per altre classi dell'industria nazionale.

G. Colombo.

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

Funzionamento e scelta delle lampade elettriche ad incandescenza. — (Memoria di S. A Rumi pubblicata nel *Giornale Scientifico di Palermo*). (cont. v. p. 524). — La lampada migliore quindi non potrà essere che quella in cui la depressione della luce è tenuta entro limiti il meglio ristretti e non sia rapidamente avvertita, specialmente quando, in un impianto a diverse lampade che si ricambiano saltuariamente, il decrescere della luce in una può in parte essere compensato dalla maggior luce di altre lampade vicine più giovani.

E qui ad onor del vero è da rilevarsi che oggi nella costruzione delle lampade, si è molto migliorato sotto questo rapporto, in confronto dei primi tempi in cui si misero in commercio; chè oggi si costruiscono lampade in cui la depressione luminosa sulla iniziale è relativamente piccola.

Una nozione esatta del modo di variazione della luminosità d'una lampada in corrispondenza della durata si può desumere dagli specchi che qui si riproducono, corrispondenti a risultati in tempi diversi e da diversi sperimentatori ottenuti su lampade di diversa provenienza. Il confronto poi dei risultati ottenuti avvalora la osservazione testè fatta, che cioè si va sempre migliorando nella fabbricazione delle lampade.

Risultati di esperienze fatte dalla casa Siemens et Halske di Berlino su lampade tanto di fabbricazione propria quanto di provenienza dall'estero. (Dal numero del 5 agosto 1893 dell'*Electricien).*

(I) *Lampada tarata al consumo di 1,5 watt per candela*

Periodo di esercizio in ore	Luminosità in candele	Media luminosità in ogni periodo	Consumo in watt per candela	Media di watt per candela in ogni periodo	Media di watt per lampada in ogni periodo
0	16		1,50		
		13,1		1,93	25,28
10	10,2		2,36		
		9,0		2,59	23,31
20	7,8		2,81		
		6,75		3,18	21,46
30	5,7		3,56		
		5,60		3,63	20,32
40	5,5		3,70		
		5,55		3,67	20,36
45	5,6		3,65		

(II) *Lampade tarate al consumo di 2 watt per candela*

Periodo di esercizio in ore	Luminosità in candele	Media luminosità in ogni periodo	Consumo in watt per candela	Media di watt per candela	Media di watt per lampada
0	16		2,		
		14,75		2,19	32,30
20	13,50		2,38		
		12,80		2,53	32,38
40	12,1		2,67		
		11,66		2,69	31,36
60	11,2		2,72		
		10,45		2,89	31,10
80	9,7		3,06		
		8,75		3,32	29,05
100	7,8		3,58		
		7,15		3,94	28,17
120	6,5		4,31		
		6,45		4,33	27,92
140	6,4		4,36		
		6,05		4,58	27,70
160	5,7		4,80		
		5,50		5,00	27,50
180	5,3		5,20		
		5,25		5,22	28,40
200	5,2		5,24		

(III) *Lampade tarate al consumo di 2 1/2 watt per candela*

Periodo di esercizio in ore	Luminosità in candele	Media luminosità in ogni periodo	Consumo in watt per candela	Media di watt per candela	Media di watt per lampada
0	16		2,51		
		15,85		2,52	39,94
40	15,7		2,54		
		15,25		2,61	39,80
80	14,8		2,67		
		13,00		3,06	39,68
120	11,2		3,45		
		10,40		3,68	38,27
140	9,6		3,91		
		9,35		4,02	37,58
160	9,1		4,13		
		8,70		4,29	37,32
200	8,3		4,46		
		7,95		4,66	37,04
240	7,6		4,86		
		7,35		5,00	36,75
280	7,1		5,13		
		6,90		5,23	36,08
320	6,7		5,34		
		6,70		5,37	35,97
360	6,7		5,41		
		6,70		5,41	36,24
400	6,7		5,41		
		6,65		5,44	36,64
450	6,6		5,47		

(IV) *Lampade tarate al consumo di 3 watt per candela*

Periodo di esercizio in ore	Luminosità in candele	Media luminosità in ogni periodo	Consumo in watt per candela	Media di watt per candela	Media di watt per lampada
0	16,0		3,00		
		16,00		3,00	48,00
100	16,0		3,00		
		15,80		3,05	48,19
200	15,6		3,10		
		14,40		3,33	47,95
300	13,2		3,56		
		12,7		3,67	46,60
400	12,2		3,79		
		11,8		3,92	46,25
500	11,4		4,05		
		10,9		4,20	45,78
600	10,4		4,36		
		10,1		4,48	45,24
700	9,8		4,60		
		9,5		4,65	44,17
800	9,2		4,70		
		9,1		4,82	43,86
900	9,0		4,94		
		8,7		5,10	44,37
1000	8,4		5,27		

V) *Lampade tarate al consumo di 3 watt per candela*

Periodo di esercizio in ore	Luminosità in candele	Media luminosità in ogni periodo	Consumo in watt per candela	Media di watt per candela	Media di watt per lampada
0	16		3,50		
		16		3,50	56,00
100	16		3,50		
		16		3,50	56,00
200	16		3,50		
		15,70		3,56	55,89
300	15,4		3,62		
		15,65		3,67	57,43
400	14,9		3,73		
		14,70		3,77	55,41
500	14,5		3,82		
		14,10		3,92	55,27
600	13,7		4,02		
		13,55		4,05	54,86
700	13,4		4,09		
		13,35		4,10	54,73
800	13,3		4,11		
		13,20		4,14	54,64
900	13,1		4,16		
		12,80		4,24	54,27
000	12,5		4,32		

Nell'*Electricien* queste tabelle sono accompagnate dalla osservaziore: « risulta chiaramente che la utilità pratica delle lampade a debole consumo è limitatissima contrariamente ad una opinione molto sparsa, e che sono raccomandabili in generale le lampade che assorbono da 3 a 3,5 watt per candela. »

Ad avvalorare questa opinione varranno alcune considerazioni che saranno fatte in seguito e colle quali queste tabelle verranno discusse. Intanto non è fuori proposito rilevare subito che mentre le lampade corrispondenti a quelle provate venivano consegnate all'utente colla promessa fallace di un determinato consumo per candela, questo non era, potendosi fin d'ora stendere la seguente tabella di confronto, deducendola dalle sopra riportate:

Durata dello esercizio	Totale candele ora prodotte	Totale watt ore consumati	Taratura della lampada in watt per candela	Consumo reale in watt per candela	Differenza fra la taratura ed il consumo
45	272	1004	1,5	2,70	+ 1,20
200	1776	5916	2,0	3,33	+ 1,33
450	4393	16853	2,5	3,83	+ 1,33
1000	11900	46041	3,0	3,87	+ 0,87
1000	14490	55450	3,5	3,82	+ 0,31

Il che addimostra che col crescere dell'energia alla quale corrisponde la taratura della candela nella lampada, il consumo nominale meglio si avvicina al consumo reale; ed anzi, che il consumo reale per candela realmente fornito è prossimamente lo stesso per le lampade a 2,5, a 3, a 3,5 watt.

Risultati d'osservazioni sulle lampade sistema Packard, eseguite dal prof. Thomas della Università dello Stato dell'Ohio in America (1).

Le osservazioni furono fatte su due lotti, di 50 lampade ciascuna segnate 16 candele, e contemporaneamente su 25 di ciascun lotto. I risultati che qui si riproducono corrispondono alla media di ogni osservazione sulle lampade accese per ogni lotto.

1.° Lotto.

Periodo di esercizio	Luminosità in candele	Media luminosità in ogni periodo	Consumo in watt per candela	Media in watt per candela	Media consumo in watt per lampada
0	15,54		3,93		
		16,56		3,76	62,26
96	17,58		3,59		
		17,71		3,53	62,51
144	17,84		3,57		
		17,83		3,57	63,65
192	17,82		3,57		
		17,67		3,60	63,61
252	17,53		3,63		
		17,41		3,69	64,24
312	17,30		3,66		
		17,17		3,68	63,18
360	17,04		3,70		
		17,06		3,70	63,12
408	17,08		3,70		
		16,88		3,74	63,13
480	16,68		3,78		
		16,69		3,75	62,58
528	16,70		3,76		
		16,52		3,79	62,61
600	16,35		3,83		
		16,21		3,87	62,73
648	16,07		3,90		
		15,95		3,92	62,52
696	15,83		3,95		
		15,32		4,06	62,19
768	14,81		4,17		
		14,65		4,21	61,67
812	14,50		4,24		

2.° Lotto

Periodo di esercizio	Luminosità in candele	Media luminosità in ogni periodo	Consumo in watt per candela	Media in watt per candela	Media consumo in watt per lampada
0	14,77		3,36		
		14,91		3,34	49,80
96	15,06		3,32		
		15,10		3,32	50,12
144	15,13		3,32		
		15,07		3,31	49,88
192	15,01		3,30		
		14,97		3,32	49,70
252	14,93		3,35		
		14,89		3,35	49,88
312	14,85		3,35		
		14,83		3,36	49,82
360	14,82		3,36		
		14,74		3,37	49,67
408	14,67		3,39		
		14,66		3,39	49,69
480	14,65		3,39		
		14,68		3,38	49,61
528	14,70		3,36		
		14,60		3,33	48,61
600	14,50		3,30		
		14,33		3,38	48,43
648	14,16		3,46		
		14,01		3,50	49,03
696	13,87		3,53		
		13,58		3,59	48,75
768	13,29		3,65		
		13,13		3,68	48,31
812	12,97		3,72		

(1) Dalla *Revue Industrielle* del 2 novembre 1895.

Rilevando il consumo medio per candela dedotto dalle due serie d'osservazioni, si avrebbe che corrisponde a 3,75 watt per il primo lotto e 3,40 watt per il secondo, ed in media 3,60 circa. È da notarsi che le letture cessarono dopo un periodo di 812 ore, che se fossero continuate fino a 1000 ore questo valore sarebbe forse salito fino a 3,80. Comunque però, la differenza che qui si riscontra tra il consumo iniziale per candela ed il consumo medio non sarebbe mai stata così elevata, come lo si è visto nei casi precedenti nelle lampade tarate a basso tasso di consumo. Inoltre qui noi siamo di fronte ad una variazione di luminosità durante l'esercizio di 812 ore ancora poco sensibile, specialmente se confrontati con quella corrispondente alle lampade tarate a 2 ed a 2 $^1/_2$ watt per candela.

S'intende che i confronti non possono essere assoluti, perchè, come si è accennato, le esperienze rispondono a lampade diverse, e, quello che pure monta, di fabbricazione corrispondente ad epoche ben tra di loro distanti.

Lampade tarate al consumo di 2,6 watt per candela

Periodo di esercizio	Luminosità in candele	Media luminosità in ogni periodo	Consumo in watt per candela	Media consumo in watt per candela	Media consumo per lampada
0	16		2,6		
		15,8		2,65	41,87
100	15,6		2,7		
		14,6		2,85	41,61
200	13,6		3		
		13,05		3,15	41,10
300	12,5		3,3		
		12		3,40	40,80
400	11,5		3,5		
		11		3,60	39,60
500	10,5		3,7		

Risultati d'osservazione sulle lampade della Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft di Berlino sulle lampade di propria fabbricazione. (I risultati sono dell'agosto dell'anno 1897.

Lampade tarate al consumo di 3,1 watt per candela

Periodo di esercizio	Luminosità in candele	Media luminosità in ogni periodo	Consumo in watt per candela	Media consumo in watt per candela	Media consumo per lampada
0	16,0		3,10		
		16,40		3,05	50,02
100	16,8		3,00		
		16,65		3,05	50,78
200	16,5		3,10		
		16,15		3,10	50,06
300	15,8		3,20		
		15,40		3,25	50,05
400	15,0		3,30		
		14,70		3,35	49,24
500	14,4		3,40		
		14,10		3,45	48,64
600	13,8		3,50		
		13,50		3,57	48,19
700	13,2		3,65		
		12,85		3,72	47,80
800	12,5		3,80		
		12,25		3,85	17,16
900	12,0		3,90		

Lampade tarate al consumo di 3,6 watt per candela

Periodo di esercizio	Luminosità in candele	Media luminosità in ogni periodo	Consumo in watt per candela	Media in watt per candela	Media consumo per lampada
0	16		3,5		
		16,25		3,50	56,87
100	16,5		3,5		
		16,60		3,50	58,10
200	16,7		3,5		
		16,55		3,50	57,92
300	16,4		3,5		
		16,20		3,55	57,51
400	16		3,6		
		15,75		3,65	57,48
500	15,5		3,7		
		15,2		3,75	57,00
600	14,9		3,8		
		14,60		3,80	56,98
700	14,3		3,8		
		14 15		3,85	54,47
800	14,0		3,9		
		13,85		3,95	54,70
900	13,7		4,0		
		13,60		4,00	54,40
1000	13,5		4,0		

Ancora qui comparando il consumo corrispondente alla taratura della lampada al reale consumo si ottiene:

Per lampade alla taratura di 2,6 watt; il consumo reale è 3,08 con una differenza + 0,48. Per lampade alla taratura di 3,1 watt il consumo reale è 3,34 con una differenza + 0,24. Per lampade alla taratura di 3,6 watt; il consumo reale è 3, 70 con una differenza + 0, 10.

E questo confronto riconferma che lo spostamento del consumo dal teorico al reale è sempre minore coll'innalzarsi del tasso di consumo della lampada.

Risultati delle osservazioni sulle lampade a 16 candele della Compagnie Générale des Lampes à Incandescense di Parigi (presentati dagli Ingg. Ceretti e Tanfani alla Esposizione della A. E. I. in Milano nell'ottobre 1897).

Periodo di esercizio	Luminosità in candele	Media luminosità in ogni periodo	Consumo in watt per candela	Media consumo in watt per candela	Media consumo per lampada
0	16,37		3,37		
		17,65		3,27	57,71
200	18,96		3,17		
		18,48		3,21	58,32
400	18,07		3,25		
		17,11		3,44	58,85
600	16,15		3,63		
		15,86		3,70	58,68
800	15,57		3,77		
		14,75		3,98	58,70
1000	13,84		4,18		

Dalla quale tavola emerge che il consumo medio è di watt 3,28, cioè minore del consumo per candela col quale la lampada incomincia a funzionare, che è di watt 3,37. Quanto però non deve sfuggire ad una prima disamina è la differenza ben accentuata tra il massimo ed il minimo di luminosità, che sul valore di 16 candele al quale le lampade vengono messe in commercio, raggiunge il 32 p. c.

Estendendo poi, in modo comprensivo, l'analisi ed i confronti delle tavole sopra riportate, è da rilevarsi che nel caso delle lampade della A. E. G. di Berlino per 1000 ore di servizio, mentre la lampada al tasso 2,6 per candela devesi ricambiare due volte con un minimum di luminosità che è il 65 p. c. delle primitiva e che si ripete nel periodo 2 volte, nel caso della lampada a 3,1 watt il ricambio per 1000 ore è solamente 1,11 volte con un minimo di luminosità ad ogni ricambio del 85 p. c. della primitiva, e la lampada al tasso di 3,6 watt non si ricambia che una volta sola per un minimo di luminosità che è l'84 p. c. della primitiva.

Non privo d'interesse è l'analisi dello specchietto che rappresenta il modo di variazione del reale consumo in watt per candela nel corso del periodo di vita della lampada.

Fermando l'attenzione su tali dati noi vediamo che il consumo è in aumento sempre con l'uso della lampada, ma quello che più importa l'aumento è sempre più sensibile nelle lampade a minor tasso di energia incominciando subito coi primi periodi della accensione. Esaminando ad esempio, questa variazione nelle lampade della A. E. G troviamo che questo consumo aumenta per il periodo di esercizio indicato, dal 2, 6 al 3, 7, e cioè del 42 per cento del consumo iniziale per le lampade tarate a 2,6 watt per candela; aumenta del 26 p. c. per quelle tarate al consumo di 3,1 watt, ed infine aumenta solamente del 14 p. c. per quelle tarate a 3,6 watt. Nelle lampade della Compagnie Générale di Parigi l'aumento del consumo iniziale al finale sarebbe del 24 p. c.; s'innalza però questa variazione al 31 p. c. se si raffronta il minimo consumo, 3, 17 dopo 200 ore d'esercizio, al finale consumo 4, 18 dopo 1000 ore.

Se queste considerazioni si fossero fatte per il primo caso da noi considerato l'accennata sproporzione la si sarebbe trovata molto più manifesta: e confrontando ad esempio le lampade provate nel 1892 e quelle della A. E. G. del 1897 al tasso del 3,5 p. c. l'aumento del consumo, dell'iniziale al finale, era per le prime del 22 p. c. mentre per le ultime solo del 15 p. c. Questo stesso confronto dimostra quanta strada siasi già compiuta nel perfezionarne la fabbricazione.

Fin qui non si è parlato che dei risultati d'esercizio di alcune lampade tra le quali si sono stabiliti dei confronti, e può ritenersi dopo tutto questo, che sono fallaci le promesse di coloro che raccomandano lampade al disotto di un certo limite di consumo. Fallaci, perchè il consumo medio (sul quale appunto devesi basare l'economia della illuminazione) è sempre superiore di non poco al consumo indicato, dirò così, sulla marca di fabbrica; perchè la lampada a debole tasso di consumo è di cortissima vita, per la qual cosa la presunta minore spesa di consumo viene poi ad essere assorbita dal costo di ricambio della lampada, che, si tenga ben presente, non è sempre rappresentato solamente dal prezzo al quale la si paga al fabbricante in magazzino; ed infine perchè in tali lampade è rapidissimo il decrescere della luminosità.

Ogni qualvolta un utente deve scegliere il tipo della lampada per la illuminazione, dovrebbe richiedere dal fabbricante uno degli specchi sopra riportati, e solamente in base ad essi stabilire quale meglio gli convenga, poichè in ogni caso deve informare la sua scelta, oltrechè alla spesa, ancora in dipendenza degli altri elementi d'esercizio di cui si è prima trattato.

Nell'esercizio d'una lampada le spese si riassumono:

1.° Nel costo della energia W spesa nel filamento.

2.° Nelle spese di ricambio di una lampada usata.

Evidentemente vi sarà un valore determinato della durata della lampada che corrisponde ad un minimum della spesa totale. La quistione teorica è difficile però da trattarsi perchè gli elementi d'una lampada sono legati tra di loro, come si ebbe occasione prima d'ora di riscontrare, con relazioni, troppo complicate, non solo, ma variabili colla vita della lampada; il che rende quasi impossibile il potere stabilire formule semplici e realmente pratiche.

Il calcolo, quindi, non potrà essere esauriente se non eseguito per ogni tipo di lampada; ed il calcolo può farsi per due vie differenti.

La prima è la più comune, ma in verità poco esatta, poichè per fissare il prezzo d'esercizio di una lampada, si tien conto della sua durata, del suo consumo iniziale e del costo di ricambio.

Detto w il numero di watt per lampada; H la durata della lampada in ore; p il costo del watt-ora; q il costo della lampada

Il prezzo della lampada ora sarebbe

$$p \times w + \frac{q}{H}$$

E sarebbe questo valore che dovrebbe essere minimo.

Applicando la formula ai singoli casi considerati, assegnando a p ed a q i valori medii ordinariamente in uso nella pratica, è naturale che il minimo si ottiene per le lampade tarate a piccolo tasso di consumo. Ma non vi ha chi non si accorga che il calcolo fatto in questo modo può definirsi tendenzioso. Qui dell'elemento lampada solo tiensi conto e non dell'elemento quantità di luce che essa fornisce, mentre è naturale che per ogni genere d'illuminazione, la spesa si deve riferire alla quantità totale d'energia luminosa che si è ottenuta.

E volendo procedere in ordine è da osservarsi innanzi tutto che, perchè le spese di esercizio delle diverse lampade si possano tra di loro confrontare, bisognerebbe fissare H in modo che le lampade dovessero essere tutte abbandonate quando raggiungono uno stesso limite di luminosità, limite che industrialmente per le lampade a 16 candele, delle quali solo si è trattato, non dovrebbe essere al disotto del 75 p. c. della iniziale.

In base a questo limite, le durate nei casi soprariportati sarebbero così ridotte:

Lampade sperimentate dalla Casa Siemens e Halske di Berlino nel 1893:

lampade tarate al consumo di 1,5 watt per candela; durata da 5 a 10 ore;
» » » di 2 watt per candela; durata da 40 a 50 ore;
» » » di 2,5 watt per candela durata da 100 a 120 ore;
» » » di 3 watt per candela; durata da 400 a 450 ore;
» » » di 3,5 watt per candela; durata oltre 1000 ore;

Lampade sistema Packard; durata oltre 1000 ore.

Lampade della A. E. G.;

lampade tarate a 2,6 watt per candela; durata 350 ore;
» » a 3,1 » » » 900 ore;
» » a 3,6 » » » oltre 1000 ore.

Inoltre, condotte le lampade ad essere confrontabili per quanto riguarda la durata, per ciò che si riferisce al consumo è necessario fissare la spesa a cui ammonta realmente il costo della candela ora.

Allo scopo: detto A il numero totale delle *candele-ora* corrispondenti al periodo H fissato in base al suaccennato criterio; B il numero totale dei *watt-ora* consumati nel periodo; p e q costo rispettivamente del watt-ora di energia, e della lampada; la somma che dovrà rendersi minima, sarà rappresentata da:

$$\frac{B \times p + q}{A}$$

Applicando la formula stessa al caso delle lampade della A. E. G. di Berlino, delle quali si sono riportati i dati caratteristici, si ottiene:

Per le lampade a 2,6 watt; per il periodo,

H = 350 ore; A = 4857 (candele-ora); B = 12553 (watt-ora)

conteggiando $p = 0{,}08$ (centesimi di lira) e $q = 75$ (centesimi di lira) il costo per candela-ora sarebbe 0,222 centesimi di lira;

per le lampade tarate a 3,1 watt,

H = 900 ore; A = 13200; B = 44194;

il costo per candela-ora sarebbe centesimi 0,273;

Per le lampade tarate a 3,6 watt

H = 1360 ore (presunta vita fino alla riduzione della luminosità al 75 p. c. della iniziale)

A = 19867 B = 75389

il costo per candela-ora sarebbe di centesimi di lira 0,302.

Questi risultati però debbono considerarsi come rispondenti a casi limiti, poichè realmente nelle illuminazioni importanti le lampade dovrebbero essere abbandonate quando son scemate di luminosità del 15 p. c.; in tal caso per le lampade considerate i risultati sopra riportati diverrebbero rispettivamente: 0,24; 0,26; 0,30.

Il consumatore adunque dovrebbe scegliere la sua lampada in base a questi numeri; contemporaneamente però non deve dimenticare ancora che, se il numero minore nel nostro caso corrisponde alla lampada a minore tasso di consumò, questa ha però il più breve periodo di vita. Avuto quindi riguardo al fatto del maggior rischio che si incorre con frequenti ricambi per i danni accidentali che accompagnano il maneggio di un maggior numero di lampade, non è forse mal fatto concedere qualche cosa al prezzo della candela-ora, pur d'aver maggiore sicurezza nella regolarità dell'esercizio.

Nel caso presente è forse la lampada a 3,1 watt quella che meglio soddisferebbe. Conchiudendo può ritenersi che finora sieno le lampade al consumo di 3 watt per candela, ferme restando le condizioni ordinarie di voltaggio (circa 110 volt), quelle che meglio rispondono, oltrecchè al miglior regime, anche ad una bene intesa economia.

Accidenti causati dalla rottura dei tubi di fumo. (*Annales des Mines*). — La rottura dei tubi di fumo di ottone sulle locomotive è più frequente di quello che si creda. Una statistica su una rete francese diede da 13 a 14 rotture all'anno ogni 100 locomotive a tubi di ottone.

Queste rotture però non sono pericolose se non in casi speciali, quando per esempio, la porta del focolare è aperta per la carica.

In Francia in quattro anni dal 1893 al 1896 sei volte simili accidenti causarono incapacità al lavoro per più di 20 giorni e nel 1896 un macchinista fu posto fuori di servizio per 180 giorni.

Il pericolo aumenta quando simili caldaie invece che all'aria aperta come le locomotive funzionano in spazi chiusi, officine, battelli, e quando il diametro dei tubi non è piccolo.

Dal 1888 al 1896 ben 15 furono gli accidenti registrati fuori dalle strade ferrate per rotture di simili tubi. Accidenti che portarono come conseguenza 8 morti, 13 feriti gravemente e 7 feriti leggermente.

Nella maggior parte dei casi le vittime sopportarono semplicemente delle bruciatura per l'acqua bollente lanciata dalla caldaia in seguito alla rottura.

In nessuno di questi casi il tubo rotto era di ferro o di acciaio, era sempre o di ottone o di rame.

Passiamo in rapida rivista i vari accidenti.

In sette casi i tubi avevano un diametro da 6 a 9 centimetri.

I tubi avevano uno spessore variabile da 2 a 3, 5 millimetri. La pressione in caldaia era da 4 a 6 Kg. per centimetro quadrato.

In tre casi lo scoppio avvenne ad andamento regolare, in quattro mentre la caldaia non forniva vapore. In tre casi il disastro avvenne mentre il fuochista aveva aperto lo sportello del focolare oppure le porte della cassa a fumo.

La causa dello scoppio è la corrosione dei tubi congiunta all'influenza dei gas caldi, che colla loro azione continua alterano il metallo.

I disegni (fig. 1) rappresentano le viste di un tubo scoppiato, sulle labbra della rottura si constatano delle eccessive riduzioni di spessore.

Il tubo che originariamente aveva lo spessore di 3 mm. dopo lo scoppio era ridotto ai bordi da 1 $^1/_2$ a 2 mm. di spessore.

Il tubo rappresentato a fig 2 mostra invece una diminuzione di spessore meno pronunciata, il tubo che in origine aveva pareti di 3 mm. dopo lo scoppio mostrò sui labbri della rottura spessori di 2, 4 a 2, 9 mm.

Le avarie si producono di preferenza vicino al focolare ed infatti è quì che si ha la massima temperatura e nessun strato di fuliggine protettrice.

Però si ebbe un caso in cui la rottura si verificò vicino alla cassa a fumo. Ciò avvenne in una caldaia del tipo locomotiva che aveva 14 o 15 anni di servizio,

Fig. 1

si attribuì l'avaria alla condensazione di fumi acidi provenienti da un carbone con pirite.

In altri otto casi il diametro del tubo che scoppiò era di 10 cm. o più.

In uno di questi casi un fuochista fu bruciato mortalmente, un' altro bruciato

Fig. 2

leggermente e due altre persone furono ferite da tegoli strappati dal tetto in seguito alla esplosione.

Qui le rotture avvennero sempre vicino al focolare e solo in un caso scoppiarono insieme 8 tubi.

L'esame dei tubi scoppiati mostrò che lo scoppio è causato non solo dall'usura ma anche dall'alterazione del metallo dei tubi. Anche l'età del tubo influisce.

Nei casi registrati l'età del tubo era di sette, quindici e perfino diciotto anni.

Si pensò anche che la causa della rottura fosse dovuta a riscaldamento del tubo mentre non era coperto d'acqua e la supposizione era anche avvalorata dal fatto che sempre i tubi che si rompono sono i tubi alti, il primo o il secondo rango, ma l' esame dei rottami non confermò l' asserzione.

Concludendo: i tubi di ottone sono pericolosi nelle caldaie e ben fece il governo

Austriaco a proibirli con una legge del 1875. In Italia sono proibiti dal 1890. Una legge dello stesso anno li proibisce in Germania.

Spesso il getto d'acqua bollente aprì la porta del focolare e colpì il fuochista. Buona regola è dunque di mettere un catenaccio sullo sportello.

Altra precauzione è quella di dare facile uscita al locale davanti alle caldaie così è facile al fuochista il mettersi in salvo fuggendo il getto d'acqua e vapore.

Impiego delle traverse metalliche sulle ferrovie turche. *(Génie Civil).* — Le traverse metalliche sono poco usate nei paesi a clima temperato mentre al contrario nei paesi caldi il loro uso tende di giorno in giorno a generalizzarsi in causa della poca durata delle traverse di legno. Le vie interamente metalliche sono usate in Algeria, in tutte le linee della Turchia Europea e nell'Asia Minore, da qualche anno. Le traverse metalliche permettono di realizzare un' economia notevole di *ballast* perchè esse sono insensibili alle intemperie ed è quindi inutile di ricoprirle per preservarle. Di più se la posa è fatta bene permettono un' economia anche nella manutenzione della linea.

Le traverse metalliche non si alterano a contatto colla ghiaia ma però il vapore di scarico delle locomotive le corrode molto facilmente. Dunque esse sono vantaggiose solo sulle linee, come le orientali dove la circolazione dei treni è poco attiva. Il miglior ballast per le traverse metalliche è la pietra spaccata che dà una massa compatta, compressibile e non attaccabile dall' umidità.

Le traverse usate in Turchia sono di acciaio dolce del peso di Kg. 50. Le rotaie sono del peso di Kg. 30 per m. e sono lunghe m. 9, 55. Lo scartamento della via è di m. 1, 435 tra i bordi interni delle rotaie.

Nel rinnovamento della strada ferrata Smirne-Cassala si ebbe un avanzamento medio di 900 metri al giorno con una media di 52 operai, 40 per mettere in posto rotaie e traverse le quali erano disposte preventivamente di fianco alla vecchia via e 12 per la messa in opera delle stecche e delle piastre di attacco.

Nel sobborgo si lavorò di notte collo stesso numero di operai e l'avanzamento fu di 500 metri.

Nella ferrovia Salonicco Costantinopoli si ottennero degli avanzamenti di 1200 a 1500 metri per giorno.

Sulla linea di Konia nell' Anatolia si usò per la posa una macchina speciale la quale permetteva di porre in opera la linea per tratti costituiti dalle due rotaie di 9, 55 e dalle rispettive traverse.

La macchina studiata dall' Ingegnere capo R. Behrends della Ditta Filippo Holzmann e C. di Francoforte sul Meno fu costruita dalla Maschinenbau Actien Gesellschaft di Norimberga ed è descritta molto dettagliatamente con disegni costruttivi dal numero del 21 maggio 1898 della *Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure.* I singoli tratti di binario erano collegati in cantiere e caricati con una gru su vagoni che li portavano in posto. Questi vagoni sono costrutti in un modo speciale che li rende molto adatti al servizio che devono compiere.

La macchina a posare i tratti di binario si trova in testa al treno che porta i tronchi già collegati. La macchina dispone il nuovo tronco davanti all'ultimo posato si porta indietro di un paio di lunghezze di rotaie per permettere la posa delle stecche e la manovra ricomincia per la posa di un nuovo tronco.

Tale macchina per posare l'armamento interamente metallico permette di realizzare una notevole economia di tempo e di danaro.

Sulla linea Eskichehir-Konia nell'Asia Minore con tale macchina si fece la posa di circa 460 chilometri di linea.

Il montaggio dei telai costituiti dalle due rotaie e dalle rispettive traverse era fatto in cantiere da una squadra di 57 operai, due capi squadra e un sorvegliante.

La messa in posto nel cantiere e la classificazione secondo la curvatura richiedevano 2 gru a vapore, due macchinisti, due fuochisti e quattro operai.

Il carico dei telai sui vagoni di trasporto si faceva con una sola gru, un macchinista, un sorvegliante e due operai.

Il treno degli elementi di linea o telai componevasi di 17 vagoni carichi ognuno di 10 telai. Il treno veniva condotto di notte al cantiere di posa e mentre un treno veniva quì scaricato nel cantiere di montatura dei telai si effettuava il carico di un altro treno. La stessa locomotiva serviva pei due treni quando la distanza dei due cantieri non eccedeva i 180 Km.

Il personale del cantiere di posa era composto di un macchinista, due fuochisti, due fabbri, una guardia notturna, due portatori d'acqua e carbone, un contabile e di circa 32 operai.

Ogni treno portava in posto 170 telai come già dicemmo, e la posa di questi 170 elementi si effettuava in 8 ore.

L'avanzamento era dunque di 1600 metri al giorno. Si potè anche con un treno di 30 vagoni ottenere un avanzamento di metri 2866 in tredici ore di lavoro. Però l'avanzamento medio fu un po' inferiore alle cifre ora esposte.

Infatti in 130 giorni di funzionamento la macchina diede un avanzamento totale di Km. 192, 541 il che corrisponde a un avanzamento medio di 1481 metri al giorno.

In un altro periodo di 25 giorni di lavoro si ebbe un avanzamento medio giornaliero di 1501 metri.

La posa dei tratti in curva non è così veloce come la posa dei tratti rettilinei e sono appunto le curve le cause principali di ritardo nella velocità normale di avanzamento.

I vantaggi della macchina sono dunque molto sentiti nelle linee di pianura le quali presentano grandi allineamenti.

Gli inconvenienti principali del sistema sono il costo elevato della macchina posatrice e la difficoltà di una buona distribuzione del materiale nel cantiere di montatura dei telai.

BIBLIOGRAFIA

Motivi architettonici del Capitano Leoncini. (Laboratorio foto-litografico del Ministero della Guerra).

La raccolta che il capitano del Genio Leoncini ha riprodotto per ordine del Ministero della Guerra, fornisce i motivi architettonici più caratteristici dei diversi stili, seguendo l'ordine cronologico di loro sviluppo. Essa principia dagli avanzi dei più antichi monumenti celtici, illustra i diversi stili orientali, quello greco ed il romano, comprende i principali stili medievali e giunge per ultimo al periodo della rinascenza ed al barocco.

I numerosi motivi architettonici che questa raccolta presenta, ricavati con giusto accorgimento dalle migliori pubblicazioni d'architettura italiane e straniere, si distinguono per l'impronta caratteristica propria di ciascun stile, cosicchè la raccolta stessa, anche senza il sussidio del testo, che di solito accompagna questo genere di lavori, può assai utilmente servire quale breve compendio di storia illustrata della architettura e quale facile guida per questo studio.

Le illustrazioni poi della raccolta, eseguite dal laboratorio fotolitografico del Ministero della Guerra sono degne di nota per la cura e pel giusto carattere col quale sono riprodotte.

C. F.

Tipografia e Litografia degli Ingegneri. Ing. C. SALDINI, Gerente.

COMITATO DI DIREZIONE E COLLABORAZIONE
DEL GIORNALE

DIRETTORE

COLOMBO *Prof.* GIUSEPPE, Deputato al Parlamento

Redattore

SALDINI *Ing.* CESARE, Prof. di Tecnologie Mecc. nel R. Ist. Tec. Sup. di Milano

CONSIGLIERI COLLABORATORI

BARZANÒ CARLO, Ingegnere industriale.
BELTRAMI Arch. LUCA, Direttore dell' ufficio regionale per la conservazione dei monumenti in Lombardia, Deputato al Parlamento.
BERTINI Ing. ANGELO, Direttore della Soc. gen. italiana di elettricità sistema Edison.
BIGNAMI SORMANI EMILIO, già Ing. di div. presso l'ufficio tecnico del Municipio di Milano.
BOITO CAMILLO, Prof. di Arch. nel R. I. T. S. e nella R. Acc. di B. A. in Milano.
BROTTI ENRICO, Ingegnere di divisione presso l'ufficio tecnico municipale di Milano.
CELORIA GIOVANNI, Professore per la Geodesia nel R. Istituto Tecnico Superiore e Astronomo presso il R. Osservatorio di Brera in Milano.
CERADINI CESARE, Professore di Scienza delle Costruzioni nella R. Scuola d'applicazione per gli Ingegneri in Roma.
CRUGNOLA Prof. GAETANO, Ingegnere Capo della Provincia di Teramo.
FERRINI RINALDO, Prof. di fisica tecnologica nel R. Istituto Tecnico Sup. di Milano.
GABBA LUIGI, Prof. di chimica tecnologica nel R. Istituto Tecnico Sup. di Milano.
GUZZI PALAMEDE, Ingegnere industriale.
JORINI Ing. FEDERICO, Professore per la costruzioue dei ponti ed opere marittime nel R. Istituto Tecnico Superiore di Milano.
JUNG GIUSEPPE, Professore per la Geometria proiettiva e la Statica grafica nel R. Ist. Tec. Sup. di Milano.
LORIA Ing. LEONARDO, Prof. per le strade ferrate nel R. Ist. Tec. Sup. di Milano.
MARTELLI Ing. GIUSEPPE, Prof. pei lavori di terra nel R. Ist. Tec. Sup. di Milano.
MASERA GIOVANNI, Ingegnere Capo dell'ufficio tecnico municipale di Milano.
MORETTI LUIGI, Ing. capo dell' ufficio tecnico dell' Orfanotrofio e Luoghi Pii annessi.
PALADINI Ing. ETTORE, Prof. per la condotta delle acque e le costruzioni idrauliche nel R. Istituto Tecnico Superiore di Milano.
PESTALOZZA Ing. ALESSANDRO Consigliere prov. membro della Giunta di sanità.
POGGI FELICE, Ingegnere di divisione presso l'ufficio tecnico municipale di Milano.
PONZIO Ing. GIUSEPPE, Professssre per gli elementi e la teoria delle macchine nel R. Ist. Tecnico Superiore di Milano.
SAYNO Ing. ANTONIO, Prof. per la scienza delle costr. nel R. Ist. Tec. Sup. di Milano
SALMOIRAGHI Ing. ANGELO, Direttore e proprietario dell' Officina Filotecnica Porro.
SANT'AMBROGIO Dott. DIEGO.
SPERONI Ing. EMILIO, Ing. di riparto presso l'ufficio tecnico degli Istituti Ospitalieri.
VENTURI ADOLFO, Prof. di Geod. nella R. Scuola di applic. per gli Ing. di Palermo.
ZUNINI LUIGI, Prof. per le eserc. elettrotec. nel R. Ist. Tec. Sup. di Milano.

Redazione ed Amministrazione, Via Unione, 9 — **MILANO.**

ANNO XLVI

IL POLITECNICO

GIORNALE

DELL' INGEGNERE ARCHITETTO CIVILE ED INDUSTRIALE

Ottobre 1898

SOMMARIO.

Colle Tavole 35, 36 e 37 e dieci figure intercalate nel testo.

MILANO
Tipografia e Litografia degli Ingegneri
9 — Via Unione — 9
1898

RELAZIONE

DEGLI STUDI SULLA ESSICAZIONE DEI BOZZOLI

ESEGUITI NELL'ANNO 1898

MEDIANTE LA NUOVA STUFA A FUNZIONAMENTO CONTINUO

Sistema BIANCHI e DUBINI. (1)

Noi sottoscritti ci siamo proposti di risolvere il seguente quesito: Ot-
» tenere la soffocazione delle crisalidi e la graduale eliminazione della
» umidità in esse contenuta, nel modo più facile sollecito ed economico,
» pur conservando al bozzolo tutte le migliori qualità ». Gli apparecchi
a funzionamento continuo ci si presentavano come i più adatti ad ottenere lo scopo, e seguendo l'indirizzo ed il risultato delle esperienze già da diversi anni tentate dalla Ditta F.lli Dubini e C. giungemmo all'applicazione del sistema di essicazione contemplato nel brevetto 8 Aprile 97 Vol. 33 N. 44465, e completivi 9 Luglio 1897, Vol, 33 N. 45304 e 2 Marzo 98 Vol. 34 N. 47364.

Partiti dall'idea primitiva di un gran tubo verticale da riempirsi di bozzoli alla rinfusa, dalla estremità inferiore del quale entrasse l'aria calda in controcorrente colla massa dei bozzoli discendente; di questi i più vicini alla sorgente di calore da scaricarsi dal basso mano mano fossero giunti all'essicazione, rifornendo sempre dall'alto il carico con nuovi bozzoli vivi; pensammo poi di rendere più pratica la applicazione del principio e più facile l'esercizio col dividere il tubo verticale in varie frazioni o camere, collegate fra loro in modo conveniente e guidare l'aria calda opportunamente in queste camere per modo che il funzionamento e il risultato corrispondessero, e fosse reso più facile il carico e lo scarico essendo eseguito su una camera per volta, ai voluti intervalli e senza interruzione del lavoro generale.

(1) Vedi a pagine 102-209-287.

La pratica poi ci insegnò essere utile la metodica inversione della corrente d'aria nelle camere ed un parziale rifornimento di calore all'aria, che attraversando i bozzoli, si raffredda troppo sollecitamente per la evaporazione prodotta. Abbiamo adottato come più conveniente un apparecchio a 4 camere. In un tale essicatoio l'aria inumiditasi per aver percorso le tre prime camere, contenenti materia già in via di progressiva essicazione, corre sempre verso l'ultima camera della serie, e da questa esce disperdendosi nell'atmosfera. Quando i bozzoli nella prima camera della serie, ricevente l'aria più calda e più secca, arrivano a perfetta essicazione, si scaricano e si rinnova la carica con bozzoli vivi. Quella camera, mercè un'opportuna manovra di valvole di comunicazione fra le camere, diventa allora l'ultima della serie, ricevendo aria più umida e meno calda.

Intanto la camera che prima era ultima è diventata penultima della serie ricevendo aria alquanto più secca e calda, e diventerà a sua volta seconda, aumentando sempre in grado di calore e secchezza dell'aria, finchè, diventata la prima della serie, riceverà l'aria affatto secca e calda che ne completerà l'essicazione già preparata poco per volta nel periodo precedente.

Durante l'intero periodo, grazie alla disposizione delle valvole di comunicazione delle camere fra loro. l'aria sarà entrata in ogni camera due volte dallo strato inferiore dei bozzoli dirigendosi verso l'alto e due volte dallo strato superiore dirigendosi verso il basso, con inversione metodica al momento di ogni carica e di ogni cambiamento di circuito.

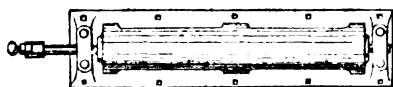
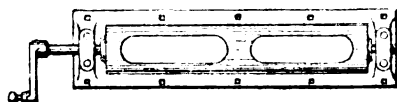
Questa disposizione ha grande importanza per la conservazione delle buone qualità della parte serica del bozzolo, perchè questa viene trattata con una preparazione graduale sottraendola a gravi salti di temperatura e facilitando la soffocazione della crisalide. Infatti l'aria più umida e meno calda va sempre, come è detto, a colpire i bozzoli vivi; l'umidità che trae con sé, trasportata da una gran massa d'aria, mentre non può inzuppare il tessuto del bozzolo serve come più facile veicolo del calore attraverso ad esso per arrivare più sollecitamente alla crisalide. Gradatamente aumentando il calore e la secchezza dell'aria, quanto più la materia si avvicina al momento dello scarico, l'aria più secca e più calda agisce nelle migliori condizioni, per completare ed uniformare l'ultima fase, senza danno della materia serica.

Questa applicazione, utile sempre, è specialmente opportuna per bozzoli affetti da calcino, *negrone* o ruggine, che altrimenti vengono sensibilmente deteriorati, specie col sistema di soffocazione ad umido e col vapore libero. L'essicazione completa ottenuta in tal modo preserva anche i bozzoli *negronati* dalla tarma.

L'applicazione dei concetti ora riassunti e formanti il principio dei nostri essicatoi presentò nella pratica parecchie difficoltà.

La maggiore fra tutte fu quella della tenuta ermetica e della molteplicità delle valvole.

Un essicatoio di 4 camere in circuito continuo richiede per funzionare nel modo sopra accennato, il numero non piccolo di 16 valvole, cioè 4 di ammissione, 4 di scarico, 4 di comunicazione delle camere in alto e 4 di comunicazione in basso. La molteplicità di esse richiedeva naturalmente una perfetta tenuta d'aria alle pressioni già considerevoli fornite dal ventilatore, ed a questo si provvide con un vero e grande robinetto a maschio cilindrico ben tornito, il quale appoggia in modo elastico su una sede pure cilindrica rivestita di feltro, e pur essendo di dimensioni grandissime causa la grande sezione che deve offrire al passaggio dell'aria, ha un movimento molto dolce e leggiero ed un funzionamento sicuro. Il robinetto ordinario (nostro brevetto, Vol. 34, N. 47589) di cui diamo quì sotto un disegno, ha un metro di lunghezza ed offre al passaggio dell'aria circa 6 decim. q. di superficie.

Allo scopo anche di rendere facile al personale il maneggio delle valvole, ed evitare manovre false delle stesse, abbiamo provveduto adottando un'idea molto semplice. Dato che 4 sono gli andamenti differenti dell'essicatoio, e cioè negli ordini di camere 1, 2 3, 4; 2, 3, 4, 1; 3, 4, 1, 2; 4, 1, 2, 3; è chiaro che in 4 diverse serie di posizioni reciproche dovranno trovarsi le leve dei robinetti di manovra perchè ne risultino esattamente i 4 diversi andamenti. Poniamo di contraddistinguere con 4 colori molto marcati i 4 diversi andamenti. Li chiameremo andamento bianco, rosso, verde, o nero. Allora disponiamo in corrispondenza delle due posizioni (aperto e chiuso) di ciascuna leva di manovra dei robinetti due rosette circolari indi cominciamo a porre tutte le leve nella posizione opportuna per l'andamento bianco.

Faremo un segno bianco su tutte le rosette sulle quali si troveranno le leve. Ciò fatto disponiamo le leve stesse in posizione opportuna per l'andamento rosso. Sulle rosette verso cui si trovano le leve, faremo un segno rosso.

Parimenti facciamo per gli altri due andamenti.

Troveremo allora questo fatto: Le leve dei robinetti di entrata del-

l'aria avranno un segno di un solo colore sull' indicazione aperto e tre segni degli altri tre colori sull' indicazione chiuso. Quelle dei robinetti di scarico avranno pure un segno di un solo colore sull'aperto e gli altri tre sul chiuso. Ciò indica che questi robinetti sono aperti per un solo circuito e chiusi per gli altri tre. Per i robinetti di comunicazione delle camere in alto, troviamo due segni di due colori sulla indicazione aperto e gli altri due sul chiuso. Quelle di comunicazione delle camere in basso si trovano con un segno di un colore sull'aperto e gli altri tre sul chiuso, come le prime.

Dipingeremo allora le rosette con un sol segno tutte del colore del segno corrispondente, quelle a due segni metà del colore dell'un segno e metà di quello dell'altro; quelle a tre segni le divideremo in tre settori che dipingeremo dei tre colori corrispondenti.

Questa operazione la eseguisce il costruttore in ogni essicatoio e l'ufficio ne risulta evidente. Poniamo che sia ultima caricata la camera 4. Dovremo seguire l'andamento bianco. Se noi poniamo le leve di manovra su tutte le rosette sulle quali, o interamente, o per metà, o per un terzo troviamo il colore bianco, noi le avremo disposte nella posizione che avevano quando abbiamo segnato l'andamento bianco. Essicata la camera 4 la scaricheremo, ricaricandola tosto di bozzoli vivi. Dovremo passare all'andamento rosso. Lascieremo al loro posto tutte le leve che si trovavano su rosette contenenti in tutto o in parte il rosso, e sposteremo solo quelle situate su rosette che non lo contengono. I colori, specialmente i 4 indicati si vedono a colpo d'occhio, per cui chiunque può verificare in qualunque momento se le leve sono a posto. Esse devono trovarsi tutte sul colore corrispondente a quello su cui si trova la leva della valvola di entrata dell'aria calda nell'essicatoio.

A completare la controlleria del perfetto funzionamento abbiamo ideato uno speciale registro predisposto per tutte le annotazioni relative alla essicazione. In questo registro le colonne verticali sono destinate a ricevere le annotazioni di carico, scarico, peso, qualità ecc. dei bozzoli da essicare, le linee orizzontali sono successivamente colorate dei 4 colori corrispondenti all' andamento di ogni camera. Così, le indicazioni di carico della camera 4 sono su campo *bianco*, quelle della camera 1 su campo *rosso* e successivamente su campo *verde*, e campo *bruno* (pel nero) quelli delle camere 2 e 3. Si ripetono poi successivamente quelle linee colorate nello stesso ordine in tutto il registro.

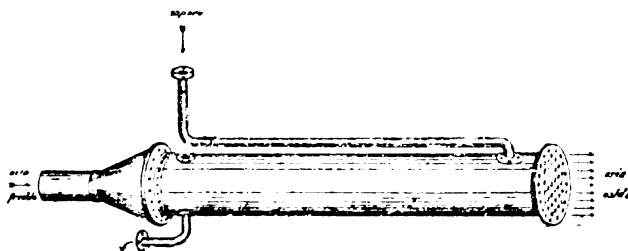
È chiaro che, se la registrazione delle cariche di ogni camera si fa in modo regolare e nelle opportune linee colorate, volendo verificare se i robinetti d'aria si trovano al loro posto, basterà osservare in quale campo colorato è fatta l' ultima registrazione. Su questo stesso colore si dovranno

trovare tutte le leve dei robinetti di manovra. Chiunque dà un' occhiata al registro ed alle leve può accorgersi se anche una sola di esse è fuori di posto.

La applicazione pratica ci ha dimostrato che coll'insieme di questi espedienti si è potuto allontanare in modo assoluto ogni pericolo di errato funzionamento.

Della opportunità di adottare il vapore come mezzo di riscaldamento non crediamo di dover parlare, avendo già esposto ampiamente nella nostra relazione dello scorso anno a quali pericoli si vada incontro col riscaldamento a caloriferi ordinarii, specialmente per la necessità del lavoro notturno, richiesto dal funzionamento continuo. Diremo piuttosto delle disposizioni costruttive che adottammo e la cui ragione è più ampiamente esposta in altra parte della presente memoria.

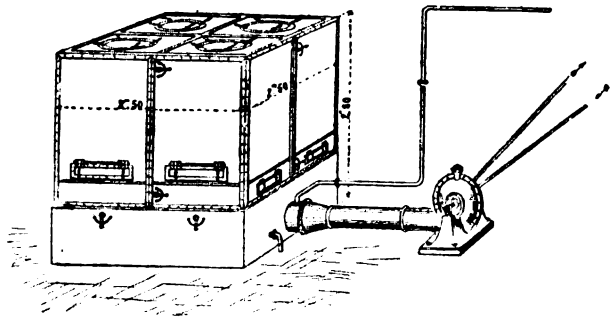
In generale è una motrice a vapore quella che mette in movimento il ventilatore, è anche una motrice di poca forza da 2 a 5 cavalli, quindi senza condensazione; molto calore va in essa perduto per lo scappamento; è quindi giusto che si cerchi di utilizzare questo calore per il riscaldamento dell' aria; un riscaldatore opportunissimo d' aria, adatto a questo scopo è rappresentato dalla figura qui accanto. È una piccola caldaietta cilindrica, nella quale si fa entrare lo scappamento della motrice, per un tubo che giunge alla parte superiore, lasciandolo espandere libe-

ramente col tenere aperta una tubolatura inferiore di scarico dalla parte opposta all'entrata. La caldaietta è attraversata per il lungo da un fitto fascio di tubi di ferro i quali perciò vengono completamente avvolti dal vapore che entra nella caldaietta, mentre l'aria del ventilatore percorre i tubi nel senso longitudinale.

L'esterno dei tubi è quindi a circa 100°: l'aria percorrendo l' interno si scalda fino a 70°-75°. Tutto questo calore è sottratto al vapore che si sarebbe scaricato senza utile nel camino.

Volendo portare con tale apparecchio l' aria a temperatura molto più alta, p. es. fino a 85°-90°, bisognerebbe aumentare enormemente la su-

perficie di tubi del fascio. È per questo che noi adottammo il sistema di disporre un circuito ausiliario di riscaldamento con vapore ad alta pressione e cioè preso direttamente dalla caldaia, e munito di scaricatore automatico di condensazione, circuito che ci permette con poca superficie riscaldante a temperatura più elevata di quella del riscaldatore tubolare, non solo di raggiungere le maggiori temperature sopra accennate ma altresì di ottenere un rifornimento di calore secondo un concetto che svolgeremo parlando delle temperature più convenienti alla essicazione.

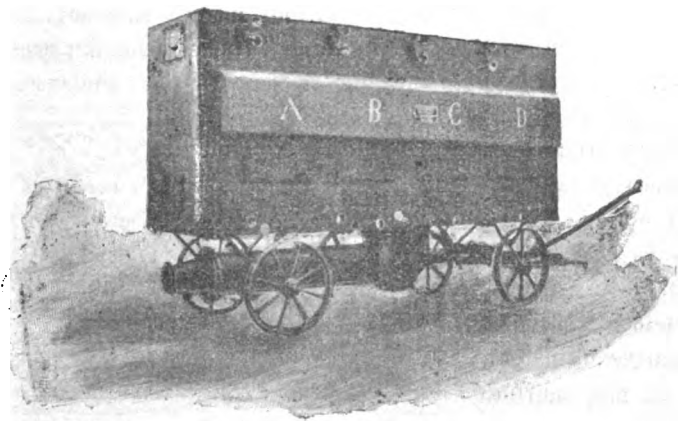
Per gli apparecchi trasportabili in forma di carro ha grandissima importanza il peso dei diversi organi. In essi può convenire di sacrificare l'economia derivante dall' utilizzazione del vapore di scappamento. Il riscaldatore tubolare può quindi farsi per questi apparecchi capace di sopportare la pressione di 4-5 atmosfere. Viene allora riscaldato con vapore direttamente preso dalla caldaia. Con questo mezzo si può ottenere il riscaldamento dell'aria fino a 85-90° con una superficie di tubi molto minore, e il circuito ausiliario sopra accennato si riduce a quello solo occorrente per il rifornimento. Si risparmia così circa una metà del peso degli apparecchi di riscaldamento e si può quindi avere una maggiore trasportabilità anche in essicatoi di produzione considerevole.

Forme tipiche degli essicatoi. — Come già dicemmo abbiamo adottato come elèmento di essicatoio quello a 4 camere rappresentato dalla figura qui sotto. Le dimensioni di ogni camera risultano di $1,25 \times 1,25$ di base $\times 2$ di altezza, opportune non solo per considerazioni di resistenza al passaggio dell' aria già espresse nella nostra relazione dell'anno scorso, ma ancora per uniformarsi alle dimensioni delle lamiere esistenti in commercio.

Dall'altezza di 2 metri, devonsi levare m. 0, 35 in basso per la camera inferiore contenente i robinetti di comunicazione, e 0, 45 in alto per lo stesso ufficio e per contenere il circuito riscaldante rifornitore di calore per cui la carica di bozzoli risulta di m. 1, 20 di altezza, carica non troppo alta in confronto della superficie, e adatta per ottenere una conveniente uniformità di essicazione. La costruzione è tutta in ferro salvo un piccolo zoccolo di muratura inferiore vuoto formante camera distributrice e nella

quale si può murare il riscaldatore, quando non si voglia incassarlo sotto il piano del pavimento per avere un più libero passaggio intorno all'essicatoio. Ci si presentò tosto l'idea della costruzione di tutto l'essicatoio in muratura. Anzi quando questa fosse fatta in gettata di calcestruzzo sarebbe stata adatta per fissarvi le molteplici valvole, ed avrebbe avuto spessori di pareti non troppo grosse e quindi occupato uno spazio non esagerato rispetto al contenuto in bozzoli, ma un calcolo di costo ci persuase alla costruzione completa in ferro con lamiere sottili (2 mm.) che risulta leggiera, smontabile nelle 4 camere elementari, facilmente trasportabile, e viene ad assumere le minime dimensioni. Il collegamento delle 16 valvole e delle 8 porte di carico e scarico con una muratura di poco volume rendeva illusoria la economia che sembrava di poter realizzare. Le lamiere sono rivestite internamente di un feltro speciale isolante e tela su tutte le pareti irradianti all' esterno e sono rivestite di sola tela per le pareti divisorie fra i cassoni.

Abbiamo però voluto esperimentare se effettivamente si potesse portare danno alla seta pel contatto dei bozzoli colle pareti metalliche nude e calde, purchè verniciate d'una vernice resistente, capace di impedire la ossidazione del ferro. Abbiamo esperimentato per l'intera stagione due essicatoi col solo rivestimento di feltro per la irradiazione, e con tutte le tramezze nude, e non riscontrammo il minimo inconveniente. I bozzoli essicati con quegli essicatoi, sono ancor oggi visibili ed assolutamente esenti da macchie o da qualsiasi altra alterazione nello svolgimento e nella qualità della seta.

Abbiamo ancora esperimentato se avesse influenza la forma della ca-

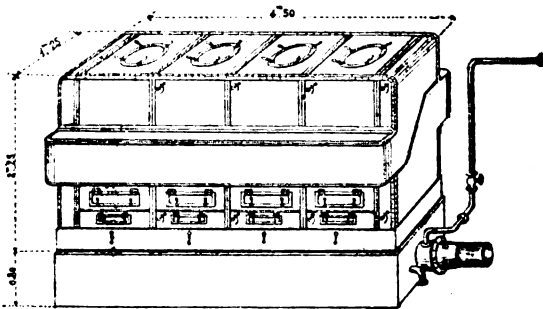
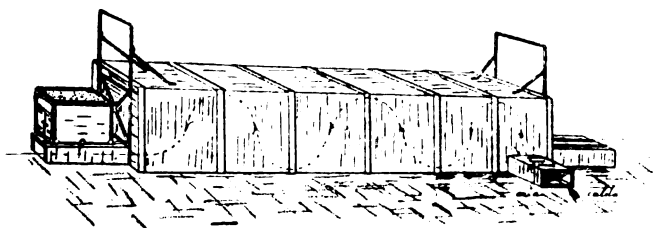
mera sulla regolarità della essicazione. Un essicatoio e 4 cassoni cilindrici che costruimmo, non presentò alcuna differenza di funzionamento

rispetto a quelli a 4 cassoni quadrati per cui ci sembra che non convenga adottare il tipo cilindrico molto più costoso.

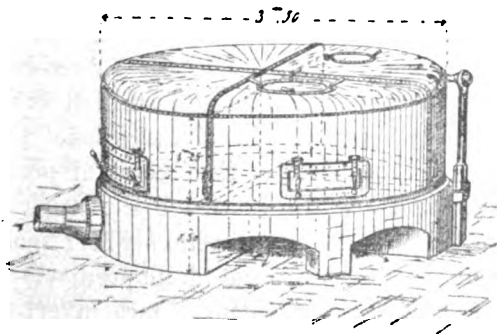
La figura qui sopra è una fotoincisione dell' apparecchio trasportabile più grande che abbiamo costruito per la scorsa stagione e servì alla Ditta F.lli Dabini.

Il riscaldatore tubolare è posto come si vede sotto alla serie dei 4 cassoni e fa capo, da una parte alla camera distributrice e dall'altra termina in un raccordo conico, al quale si applica il tubo di aria proveniente dal ventilatore.

Il ventilatore può essere collocato in un posto qualunque anche lontano dal carro essicatoio, per adattarsi meglio all'accoppiamento colla locomobile o con altra motrice che eventualmente già esistesse. L'aria può essere condotta al riscaldatore con tubi di diametro grande ma di sottile lamiera di ferro. La distanza fra ventilatore e riscaldatore può essere anche piuttosto grande, quando condizioni speciali lo richieggano. Ad esempio l'impianto fisso eseguito quest' anno ad Ello per la Ditta Massimo De-Vecchi di Milano, aveva una tubazione d'aria della lunghezza di 50 metri, con parecchie curve e questo non portò alcuna difficoltà all' esercizio dell' essicatoio e dimostrò che anche distanze maggiori si possono superare.

Questo può convenire quando si abbia una forza motrice non a vapore e lontana dall'essicatoio e vicino a questo si possa invece collocare una piccola caldaia produttrice del vapore necessario pel riscaldamento, pel quale le tubazioni troppo lunghe, oltre all' essere costose, riuscirebbero anche causa di una perdita considerevole per condensazione.

Nell' essicatoio trasportabile ed in quello semifisso di cui diamo qui contro un disegno le 4 camere sono disposte su di una sola linea, per dare al loro complesso dimensioni tali da permetterne il passaggio per le porte ordinarie ed il caricamento su carri ferroviari. Per ottenere il funzionamento continuo occorreva far comunicare fra loro tanto in alto che in basso le camere estreme, così da rendere il circuito delle 4 camere chiuso in sè stesso. A ciò servono le strette camere terminali tramezzate diagonalmente, visibili nel disegno, ed i due condotti longitudinali, dei quali uno serve per le comunicazioni dei 2 cassoni estremi in alto, l'altro per le comunicazioni in basso.

Non ci parve senza interesse di studiare qualche altro tipo di essicatoio che, pur mantenendosi nella stretta applicazione del nostro sistema di essicazione, presentasse una maggiore semplicità nel senso di essere del tutto esente da valvole. La risoluzione che ci si presentò come la più ovvia fu la applicazione del nostro circuito d'aria ad un essicatoio a galleria, già da parecchi anni esercito dalla Ditta F.lli Dubini a Cornaredo, costruendo cioè le camere in forma di carrelli formanti un treno. Questo treno, entrando nella galleria dalla parte dalla quale sorte l'aria umida, sorte da quella per la quale l'aria secca arriva. Le camere formando chiusura contro opportuni diaframmi, l'aria segue il solito percorso

invertito ad ogni camera, come indicato nel disegno dalla linea punteggiata. Essicato il cassone di destra si spinge il treno in avanti dell'intervallo di un cassone, togliendo il cassone di materiale secco ed aggiungendo un cassone di bozzoli vivi a sinistra.

Visto però che si incontrava qualche difficoltà nell'ottenere la chiusura contro i diaframmi in modo perfetto e che il peso del treno ne rendeva difficile lo scorrimento nella galleria, ci parve che una semplificazione sarebbe stata possibile qualora invece di una serie rettilinea di carrelli si ricorresse ad una serie circolare chiusa in sè stessa, che, seguendo un percorso circolare, non avesse bisogno delle chiusure estreme. Dato questo concetto è evidente come per successive deduzioni siamo arrivati al tipo rappresentato nel disegno qui unito.

Siamo ancora al tipo a 4 camere successive; ma le 4 camere non sono altro che i 4 settori di un corpo cilindrico di 3 a 4 metri di diametro e di 1,25 di altezza.

Sul fondo dei quattro settori cilindrici opportunamente arrotondati agli spigoli verticali sono le griglie

di sostegno dei bozaoli. Questo grande cilindro è mobile di moto rotativo su una base di muratura circolare di circa 0, 50 di altezza, formante camera di distribuzione; al di sopra del corpo cilindrico è un cappello di lamiera di 0,30 circa di altezza che chiude il cilindro come un coperchio dì scatola. Questo cappello è pure mobile e girevole sul cilindro intermedio. Mediante un montante verticale visibile a destra del disegno si collega il cappello colla muratura in modo che quello non possa spostarsi rispetto a questa.

È chiaro che il cilindro intermedio potrà spostarsi con moto di rotazione rispetto al sistema della base e cappello fra loro solidali, e questo potrà avvenire, quando si abbia riguardo ad adottare disposizioni costruttive atte a ridurre al minimo gli attriti.

Nella prima costruzione eseguita, abbiamo ottenuto questo mediante due grandi canali circolari, contenenti sfere di ghisa dura fusa in conchiglia, che, servendo di appoggio del cilindro sulla muratura e del cappello sul cilindro, trasformavano in volvente l'attrito radente delle varie parti in contatto fra loro. Ora se si immagina che la muratura di base abbia due tramezze una diametrale e l'altra secondo un raggio normale a quel diametro, come indicato punteggiato nella figura, ed il cappello abbia un diaframma, pure diametrale, esattamente soprastante alla tramezza radiale della base e se queste tramezze, mediante opportune guarnizioni elastiche, vengono a combaciare esattamente colle pareti dividenti in 4 settori il cassone intermedio, risulta evidente che l'aria, entrando nel settore sinistro anteriore della base, trovando chiuso la camera inferiore, attraverserà il corrispondente cassone dal basso all'alto. Passato questo trovando nel cappello la tramezza verso il cassone di destra, passerà nel cappello stesso verso il cassone posteriore sinistro nel quale discenderà passando dall'alto al basso nei bozzoli ivi contenuti; nella base di muratura troverà libero il passo verso il cassone posteriore destro che attraverserà quindi dal basso all'alto. Troverà poi nel cappello nessun ostacolo al passaggio sul cassone anteriore destro e lo percorrerà dall' alto al basso. In basso troverà nella camera di muratura un'ampia bocca aperta verso l' esterno e si scaricherà nell'atmosfera, ricca dell' umidità tolta agli strati di bozzoli attraversati. La camera anteriore sinistra venuta ad essicazione, basterà girare il cilindro di $^1/_4$ di giro verso destra. Essa verrà al posto della camera ove avveniva lo scarico d' aria. Si vuoterà e si riempierà di bozzoli vivi per l'unica grande bocca posta sul cappello nel corrispondente settore. Allora tutti i cassoni si saranno avanzati di un posto verso l'aria più secca; in tutti i cassoni contemporaneamente si sarà invertita la corrente d'aria e tutto ciò si sarà ottenuto senza alcuna manovra di valvole, ma con una semplice rotazione di $^1/_4$ di giro del cilindro. Un er-

rore in un simile essicatoio non è affatto possibile e questo ci sembra non piccolo pregio del sistema. Qualche lieve difficoltà si presentò anche in questo apparecchio, due dei quali la Ditta Fratelli Dubini costrusse ed esercì nella decorsa stagione con perfetto successo. Le chiusure ermetiche si ottennero facilmente con diaframmi elastici di feltro in tutti i contatti radiali e circolari, ma si manifestò imperfetta sulle sedi delle sfere di scorrimento, le quali, non essendo fisse nè all'una nè all'altra delle parti in movimento reciproco, impedivano di stabilire i diaframmi di chiusura nel piccolo tratto radiale in corrispondenza di esse. La rotazione non essendo peraltro risultata molto leggiera ed avendo richiesto l'aiuto di un piccolo argano, abbiamo ora sostituito alle sfere un permio centrale registrabile che porta la massima parte del peso e tiene fra loro assolutamente centrate le varie parti in movimento, ed una serie di 8 piccoli rulli di acciaio temperati fissi alla base e di altri 8 fissi al cappello, i quali guidano in un piano orizzontale la rotazione e permettono di eseguire le chiusure ermetiche dove prima non era possibile.

La chiusura sulle sedi circolari in mutuo spostamento della base e del cappello rispetto al corpo cilindrico, risultarono sufficienti e non facili a deteriorarsi pel movimento, essendo fatte con una serie di parecchi strati di feltro che appoggiano sul piano di rotazione con un certo grado di pressione fornito dalla stessa elasticità del feltro. Temevamo che la forma irregolare della sezione dei cassoni riuscisse dannosa alla uniformità della essicazione, ma abbiamo invece trovato che essendo i passaggi molto liberi ed ampii la distribuzione dell'aria avvenne in modo molto uniforme, tale da rendere questo tipo di impianto molto consigliabile. Gli essicatoi delle dimensioni indicate nel disegno costruiti per la Ditta F.lli Dubini costano alquanto di più di quelli del tipo ordinario a 4 cassoni rettangolari ma hanno anche una produzione superiore presso a poco nelle stesse proporzioni.

Sono anche adattissimi per locali non molto alti avendo una altezza totale inferiore ai primi, e possono essere disposti in un angolo di qualunque locale perchè il carico e scarico si fa sempre da una stessa parte senza bisogno di girare attorno all' essicatoio.

Un piccolo essicatoio venne da noi fatto costruire per la Società Anonima cooperativa di stagionatura delle sete in Milano. Esso è del tipo a torre verticale e applica il concetto del nostro primo brevetto 8 aprile 1897. È specialmente adatto alla essicazione di piccole partite o campioni di bozzoli, secondo gli speciali bisogni di quello stabilimento.

Consta di una serie di cassetti di lamiera rivestiti di feltro ed aventi il fondo di rete metallica, che possono contenere circa 20 Kg. di bozzoli vivi cadauno, e si dispongono uno sull'altro formando una pila di 8 a

10 cassetti che scorrono in guide metalliche verticali. Fra un cassetto e l'altro si interpone un telaio di ferro rivestito di feltro, che serve di guarnizione, per evitare il passaggio dell'aria fra cassetto e cassetto. Questi cassetti così disposti costituiscono nel loro insieme, una specie di tubo a sezione rettangolare nel quale i bozzoli sono disposti a strati successivi. Una camera inferiore fornisce a questo tubo l'aria calda la quale, salendo dal basso all'alto, attraversa tutti gli strati di bozzoli e sorte liberamente dall'ultimo in alto. Essicato il primo cassetto inferiore si solleva mediante un apposito apparecchio la pila dei soprastanti, si toglie il più basso e si abbassa la pila fino al contatto colla camera d'aria e vuotato il cassetto inferiore lo si riempie di bozzoli vivi e lo si pone sulla pila stessa al di sopra di tutti gli altri.

Ciò facendo ad opportuni intervalli, tutti i cassetti vengono a percorrere in senso discendente le varie posizioni della pila, mentre l'aria li percorre in senso ascendente. In 10 o 12 ore od anche in 8 per alcuni campioni si ottenne in questo apparecchio la completa essicazione con aria a 80° fornita dagli stessi caloriferi che già servono per la stagionatura delle sete ed i bozzoli mantennero tutte le più pregevoli qualità.

Questi risultati si ottennero qui senza bisogno di quel rifornimento di calore applicato agli essicatoi del tipo ordinario, e ciò dipese da due circostanze. La prima è quella della disposizione dei bozzoli a leggieri strati formanti in totale uno strato attraversato di poco più di m. 1,50, cosicchè l'aria trova più facile passaggio in maggiore quantità; la seconda è quella dell'ambiente riparato, asciutto, in parte riscaldato dagli apparecchi di stagionatura della seta da cui il ventilatore prendeva l'aria per l'essicatoio.

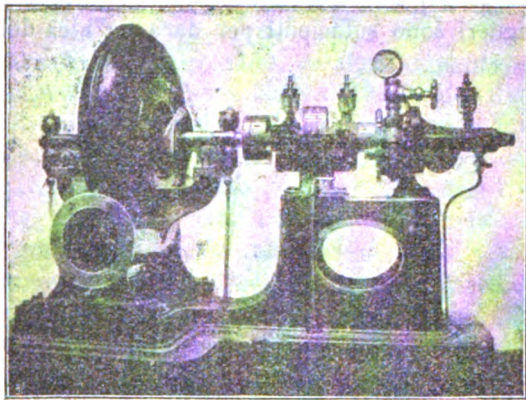
Questa seconda circostanza dimostra e conferma quanto verremo appresso dicendo circa l'influenza della umidità atmosferica nella produzione degli essicatoi.

Non ultima ragione del funzionamento più rapido crediamo possa essere il fatto che essendo l'essicatoio molto piccolo abbiamo potuto esagerare nella dimensione del ventilatore e quindi nell'aria fornita, senza che per questo la spesa di impianto diventasse molto più grande o la forza motrice scarsa, come accade sovente per impianti grandi.

Negli impianti di grande produzione, l'adozione di strati bassi e di grandi superfici o porterebbe a dimensioni degli essicatoi molto incomode per lo spazio grande che occuperebbero, oppure, adottando la disposizione a pila di cassetti verticali, richiederebbesi una manovra molto incomoda e faticosa dovuta alla dimensione ed al peso che i cassetti verrebbero ad assumere, come verificammo in un grande essicatoio a tavole che la Ditta F.lli Dubini esercita da qualche anno a S. Pietro all'Olmo.

Non ci sembra senza interesse un esperimento che abbiamo fatto con

uno degli essicatoi mobili circolari nella Filanda di Villa Albese esercita dalla Ditta F.lli Dubini, applicando come motrice una turbina a vapore sistema Lawal direttamente accoppiata al ventilatore.

Diamo qui accanto una fotoincisione di questa macchina che ci è sembrata assolutamente raccomandabile specialmente per il nostro caso speciale. Queste turbine che hanno un consumo non molto elevato quando hanno grandi forze, specie se si impiega vapore ad altissima pressione e si manda lo scappamento in un condensatore, consumano molto di più per forze di 2-3 cavalli colle pressioni basse (3-4 atmosfere) che si hanno spesso in caldaie al servizio di filande. Però il loro consumo di vapore è molto prossimo a quello delle locomobili di pari forza, e nel nostro caso, potendo il vapore di scappamento utilizzarsi per il riscaldamento dell' aria, pochissimo è il calore effettivamente perduto. Queste motrici richiedono una sorveglianza molto piccola e solo agli apparecchi di lubrificazione; sono direttatamente accoppiati al ventilatore senza intermediario di contralberi nè cinghie occupano uno spazio minimo, sono facilmente installabili senza bisogno di fondazioni; un solo tubo proveniente dalla caldaia ed un altro conducente il vapore di scarico al riscaldatore bastano per l' impianto.

Sono quindi tutto quanto si può desiderare di adatto per l'applicazione agli essicatoi. La turbina ventilatrice Lawal installata a Villa Albese, lavorò circa 40 giorni e 40 notti senza interruzione, senza il minimo inconveniente, non richiedendo mai un minuto di arresto. Il costo risultatoci di circa L. 1800 in opera è anche limitatissimo, se si tien conto che è riunito in un solo meccanismo, motore, ventilatore, contralbero, puleggie, cinghie e tutti gli altri accessori che richiede un ordinario impianto.

Riteniamo quindi consigliabile una tale motrice tutte le volte che, avendo già la sola caldaia occorresse l' acquisto di una motrice apposita per il funzionamento del ventilatore.

Da esperienze eseguite lo scorso Maggio nel gabinetto meccanico del Politecnico di Milano questa turbina ventilatrice consumava chilog. 140 di vapore sviluppando 3, 5 cavalli e spingendo mc. 1 circa di aria al secondo.

Questo consumo di vapore corrisponde a Kg. 40 per cavallo e per ora con un corrispondente consumo di carbone di Kg. 5 per cavallo e per ora.

Il consumo giornaliero risulta quindi circa chilogrammi 500 nelle 24 ore che è approssimativamente quello che abbiamo riscontrato in altri impianti mossi da altre piccole motrici a vapore, e che prendemmo in altra parte di questa relazione come base per un calcolo del costo di essicazione.

A Villa Albese non ci fu possibile di calcolare esattamente il carbone impiegato per la sola essicazione essendo la caldaia in servizio per altri usi, ma i dati sopra esposti, gentilmente fornitici dall'egregio ing. Merlini che eseguì gli esperimenti al Politecnico ad istruzione degli studenti Ingegneri sono sufficienti per dare un' idea del funzionamento normale della macchina.

(*Continua*).

VALORE VENALE E VALORE MEDIO.

§ 1. — Il valore venale di un immobile, è, come è noto, quello che ad esso viene aggiudicato sul pubblico e libero mercato di un determinato luogo e tempo.

Nelle amichevoli contrattazioni di compra-vendita, cessione o permuta, e nelle bonarie divisioni tra coeredi, il tempo a cui va riferito il valore venale degl'immobili è quello del trasferimento. E questo stesso tempo deve ritenersi pel valore venale di stabili soggetti a tassa di successione o contrattuale (1), ovvero da imputarsi nella collazione (2). Sonovi inoltre casi in cui per la determinazione del riferito valore è indicato dalla giurisprudenza (3) o dal magistrato (4) un tempo diverso dal predetto.

Quando non havvi designazione di data a cui subordinare il valore dell'immobile, oppure che questo non si trasmette, ovvero che nell'atto della stima non possa prevedersi l'epoca del trasferimento, riuscendo impossibile la ricerca del valore venale, perchè mancante la condizione del tempo, deve quello essere sostituito dal valore medio o compensato. Tanto si verifica nelle stime riflettenti mutui ipotecari, dote maritale, cauzione a garentia di un appalto o di una esattoria, accertamento o rettifica di reddito imponibile, espropriazione ad istanza di un privato ecc.

§ 2. — Il valore medio risulta dalla capitalizzazione delle medie aritmetiche corrispondenti ai prodotti ed alle spese sia periodiche, sia graduali, sia regolate a torni (5), che possono aver luogo nel fondo, mentre pel va-

(1) Art. 24 del testo unico delle leggi sulle tasse di registro approvato con R. Decreto 20 maggio 1897. n. 217.

(2) Art. 1017 Cod. Civ.

(3) Trattandosi di prima perizia giudiziale la Cassazione di Roma con uniformi decisioni ha ritenuto pel momento giuridico a cui riferire il valore del fondo espropriato per pubblica utilità quello della offerta della indennità fatta dall' espropriante.

(4) Per talune contestazioni l'autorità giudiziaria ingiunge al perito constatare il valore che il fondo aveva in una determinata epoca.

(5) Il prodotto periodico (*comunemente biennale*) si ha naturalmente da taluni alberi, e quando il terreno si semina in ogni determinato intervallo di tempo. E le spese periodiche sono quelle di letamazione, di rimpiazzo dei nuovi pali a sostegno delle viti ecc.

Il prodotto graduale è quello che danno gli albereti fruttiferi di pari età, i legnosi di boschi crescenti ecc.

Infine il prodotto regolato a torno si riscontra nelle semine avvicendate che seguono una data rotazione.

lore venale dette medie sono surrogate dalle annualità delle formole esposte nei precedenti nostri articoli, quali formole danno la rendita che ricade al tempo del trasferimento dell'immobile in funzione delle altre componenti la rotazione od il periodo a cui la predetta appartiene (1).

E si noti che pel valore medio lo stabile va sempre riguardato nello stato e condizioni intrinseche ed estrinseche in cui si presenta all'atto della stima, laddove pel valore venale cotali circostanze spesso sono ponderate rispetto ad un tempo molto anteriore alla stima stessa, se in tale tempo ha avuto luogo il trasferimento del fondo.

Abbiasi un oliveto il cui prodotto medio nell'anno di carica sia di L. 4000 e quello dell'anno scarico di L. 300, con la media aritmetica risulta la rendita annua e compensata di:

$$\frac{4000 + 300}{2} = 2150$$

Da un seminatorio in rotazione triennale che si avesse nel 1.° anno la rendita di L. 2000, nel secondo quella di L. 1300 e nel terzo nulla, con la media suddetta si otterrebbe:

$$\frac{2000 + 1300 + 0}{3} = \text{L. } 1100$$

E per una vigna sorretta da pali i quali venissero rinnovati in ogni 8 anni col capitale di L. 5000, in base della stessa media risulta compensatamente all'anno la spesa:

$$\frac{5000}{8} = \text{L. } 625$$

Applicando invece pel riferito oliveto le formole, si ottengono con l'interesse del 6 % le seguenti annualità secondochè il trasferimento abbia luogo nell'anno carico od in quello scarico, notando che la q sta in luogo di $1 + r$, essendo r l'interesse annuo di una lira, e che n indica il numero di anni di cui è composto il periodo:

$$\frac{(4000\, q + 300)\, r}{q^2 - 1} = \text{L. } 2204$$

$$\frac{(300\, q + 4000)\, r}{q^2 - 1} = \text{L. } 2096$$

(1) Si fa notare che talune di dette formole, e proprio quelle che si riferiscono ad alberi di pari età ed a boschi non a taglio annuo ed uguale, danno all'intatto il corrispondente valore venale. E però nel caso di valore medio questo è dato dal capitale della media aritmetica, ottenuta dividendo il complesso dei prodotti in frutta e legname, o solo legname, che possa aversi dal piantamento durante la sua vita, pel numero di anni di cui questa è formata.

Anche con le formole risultano pel cennato seminatorio le annualità seguenti, considerato il trasferimento accadere dapprima nell'anno di rendita massima e dipoi nell'altro di rendita nulla:

$$\frac{(2000\,q^2 + 1300\,q + 0)\,r}{q^3 - 1} = \text{L. } 1146$$

$$\frac{(0\,q^2 + 2000\,q + 1300)\,r}{q^3 - 1} = \text{L. } 1080.$$

E pei mentovati pali a sostegno delle viti, facendo uso altresì delle formole avremo i risultati qui appresso indicati, nella ipotesi che il trasferimento abbia luogo nel primo o nell'ultimo anno del periodo di loro durata:

$$\frac{5000\,r}{q^8 - 1} = \text{L. } 508,47 \qquad ; \qquad \frac{5000\,r}{q^8 - 1}\,q^7 = \text{L. } 762,60$$

Ora se in una compra-vendita gl'indicati oliveto e seminatorio si stimassero in base della media aritmetica risulterebbero, qualora il trasferimento avvenga alla vigilia del ricolto pieno degli olivi o massimo della semina, prezzi rispettivamente inferiori agli adeguati, e quindi a vantaggio dell'acquirente, perchè lo stesso verrebbe appena effettuata la compra ad introitare un capitale che lo compenserebbe di parte del prezzo erogato, mentre se il trasferimento si realizzasse nell'anno del prodotto scarso degli olivi o nullo della semina, si avrebbero prezzi superiori ai giusti, e perciò a danno del compratore, a motivo che questi a conseguire, se pure, il sopradetto introito dovrebbe aspettare uno o più altri anni.

Similmente calcolandosi la spesa dei cennati pali con la media aritmetica, conseguirebbe che se la vigna venisse alienata nell'ultimo anno di durata di quelli, il compratore quasi contemporaneamente all'acquisto sarebbe obbligato erogare altro capitale occorrente al loro rimpiazzo, e quindi uno svantaggio per esso. All'opposto lo svantaggio sarebbe risentito dal venditore se il trasferimento accadesse nel 1.° anno di detta durata perchè dopo avere allora per allora sopportato la spesa dei nuovi pali dovrebbe percepirsi un prezzo identico a quello che avrebbe ricavato se gli stessi fossero divenuti vecchi. E detto svantaggio pel compratore o pel venditore andrebbe attenuandosi a misura che la vendita accadesse in un anno che si allontani dall'ultimo o dal primo del periodo, sino a raggiungere la vigna un valore compensato se la vendita avesse luogo nell'anno di mezzo del periodo medesimo.

Invece con le indicate formole se il trasferimento della vigna avvenisse quando i pali sonosi allora rimpiazzati, la corrispondente spesa riuscendo minima farebbe risultare per quella un valore apparentemente massimo, mentre nel fatto il dippiù rappresenta la favorevole circostanza di non es-

sere il compratore tenuto all'immediato sborso del costo di detti pali. Per l'opposto se il trasferimento succedesse nell'ultimo anno di età dei pali, la spesa che l'acquirente dovrebbe pagare quasi contemporaneamente alla compra sarebbe calcolata nel valore della vigna apparentemente minimo. E se la vendita di questa si effettuasse in un anno intermedio della durata dei pali, si verificherebbe sempre il fatto che a misura si avvicina il maturo della spesa necessaria alla surroga di quelli, aumentando la relativa annualità, diminuisce per la maggiore detrazione la rendita della vigna e quindi il corrispondente valore capitale.

In conchiusione le nostre formole soddisfano il principio di economia che regola ogni contrattazione di compra-vendita, cioè che il prezzo del fondo che si aliena deve essere quello del rilascio in funzione del futuro prossimo certamente realizzabile (1).

§ 3. — Se l'immobile di cui deve ricercarsi il valore venale si trovasse affittato per un estaglio annualmente lo stesso mentre la rendita di quello derivasse da produzioni e spese periodiche, graduali o regolate a torno, il perito astrazion fatta dal pattuito estaglio applicherà il metodo di stima analitica collegato alle formole avanti cennate.

§ 4. — I pratici che spesso sorvolano sulle minutezze pur di seguire un procedimento speditivo di stima, adottano la media aritmetica anche quando hanno a determinare il valore venale relativo sia a piccoli o medi poderi, avuto riguardo alla non rilevante differenza che per essi viene a risultare tra la media anzidetta e l'annualità delle formole, e sia vaste possessioni, ove però si verifica: *a)* che la rotazione delle semine avvicendate si esplica in un unico anno su parziali appezzamenti di terreno; *b)* che la potagione degli alberi legnosi si effettua non in una sol volta in ogni determinato tempo, ma per una porzione di piante in ciascun anno, siccome praticano taluni proprietari onde l'utile di essa anzichè periodico divenga annuale; *c)* che il rimpiazzo dei pali alle viti non avvenga simultaneamente al termine della loro durata, ma in dettaglio, allo scopo di ripartire la relativa spesa, al certo rilevante, pei diversi anni della durata medesima ecc. E ciò perchè in tal modo la estesa possessione viene a riguardarsi come l'aggregato di altre piccole o medie.

§ 5. — Ai criteri avanti indicati per la determinazione del valore venale di un immobile, devesi aggiungere l'altro seguente, cioè che al capitale $\frac{R}{r}$ corrispondente al reddito R, sia questo annualmente sempre lo stesso, sia

(1) Così pel cennato oliveto e pel seminatorio il prodotto che ricade all'anno della stima è funzione di tutti gli altri susseguenti o precedenti che compongono il periodo e la rotazione.

Parimenti trattandosi di un piantamento di pari età dovrà la rendita dello stadio che si considera essere subordinata a quella degli altri tre stadi di cui è formata la vita del medesimo.

Come ancora se il reddito del fondo fosse eccezionalmente alto o basso per recente dissodazione per precedenti lunghe e voraci coltivazioni ecc., dovrà il perito riguardare la rendita dell'attualità in correlazione di quella normale che verrà ad aversi quando lo stesso fondo si sarà posto nelle ordinarie sue condizioni di produttività.

che provenga dalle mentovate formole, devesi aggiungere il valore dei frutti pendenti, compresi tra il giorno del trasferimento ed il termine dell'anno locativo in cui quest' ultimo ha luogo (1).

§ 6. — *Annotazione.* — Se il trasferimento del fondo avvenisse al principio dell'anno locativo in corso all'epoca della stima, ed il reddito di esso emergesse da utili o spese annuali ed uguali, il corrispondente valore venale si identificherebbe con quello medio.

Ing. CARLO SCALA.

---

(1) Ed invero per un reddito R che si percepisce in ogni fine di periodo di n anni, il capitale corrispondente riferito al principio del periodo è dato da:

$$\frac{R}{q^n - 1}$$

e lo stesso capitale alla fine del periodo da:

$$\frac{R}{q^n - 1} + R$$

E se il periodo è della durata di 1 anno sarà $n = 1$ e le precedenti formole divengono:

$$\frac{R}{r} \quad \text{ed} \quad \frac{R}{r} + R$$

E per un tempo intermedio tra detto principio e fine, il secondo termine di questa ultima formola cioè R indicherà il prodotto crescente o immaturo dell' anno agricolo che rimane a raccogliersi.

IL PALLIO, IL TABERNACOLO

E L'ALTAR MAGGIORE DELLA CERTOSA DI PAVIA

(1567-1576)

DI AMBROGIO VOLPI DA CASALE.

(Vedi Tav. 35).

> **Oh! quanto per molt'anni e seppe e valse**
> **Italico scalpèl!**
>
> **L. Polidori « *La Certosa di Pavia* » 1824.**

Di singolare interesse è riuscita l'ispezione fatta eseguire nel giorno 10 Gennaio 1898 dal benemerito Direttore dell'Ufficio Regionale Sig. Arch. Gaetano Moretti a cura dell'operoso Capo Custode Carlo Giani, nell'interno del tabernacolo dell'altar maggiore della Certosa di Pavia.

Siffatta indagine non fu attivata per mera curiosità, ma dietro il desiderio espresso dagli studiosi, ed anche ultimamente in questo giornale nell'Ottobre 1897, che si esplorasse l'interno dell'altar maggiore della Certosa pavese, nell'intento di togliere di mezzo l'erronea supposizione invalsa e ripetuta in quasi tutte le Guide, che fosse cioè il tabernacolo di sfondo opera del 1511 di Francesco Brioschi, e che allo stesso artista si dovesse anzi ascrivere l'intera compagine dell'altare.

Una annotazione del prezioso manoscritto, ora nella Braidense, del padre Matteo Valerio rivelava infatti che quel tabernacolo non era stato fatto erigere che nel 1567, ed altra notizia tratta dalle vecchie carte certosine e ricordata dal compianto Magenta a pag. 387 della postuma sua opera sulla Certosa di Pavia, ascriveva al priore D. Ippolito Turati negli anni del 1573 al 1576 l'erezione del nuovo *altare nobilissimo* consacrato poi a quest'ultima data e al quale avrebbe posto mano, insieme al tabernacolo, un maestro Ambrogio Volpi, di Casale (pag. 393 dell'Opera citata).

Ora, per quel che concerne il tabernacolo propriamente detto, la lastra di bronzo rinvenutavisi insieme a due fiaschette con olio santo, toglie di mezzo ogni dubbiezza, e l'iscrizione che porta è così chiara da escludere che l'opera del Volpi si limitasse, come parve dapprima infondatamente, ad un semplice lavoro di manovalanza, ma comprova che si ha in lui l'ar-

tista vero che non solo ha condotto a fine ma altresì ideato e disegnato quello stupendo lavoro architettonico e scultorio.

Sta scritto infatti sul dritto:

Ambrosio de
Volpi, citadino
di Casale a designa
to questo taberna
culo e conduto
in la forma che le fato

e sul rovescio la data:

1568 die 2 Giunio.

Ma, non è solo nel tabernacolo che si rivela la mano di quell'insigne artista, e se per il pallio dell'altare, e così pure per le due suntuose edicole vicine destinate per la sedia sacerdotale e pel leggio del Santo Vangelo, manca un documento di così palmare evidenza quale è la lastra di piombo del tabernacolo, supplisce al riguardo il manoscritto certosino della Ambrosiana che attribuisce, sì l'altare che quelle due costruzioni laterali ad opere compiute dal Volpi fra il 1573 ed il 1580, quali accessorii del grandioso tabernacolo centrale.

Ora, per quanto concerne più propriamente l'altare, se ne ha una controprova evidente nel fatto che i due fianchi della pristina mensa del 1576, rimasti mascherati dalle due fiancate coi puttini del De Magistris, detto il Volpino, e coi quattro bassorilievi del Rusnati del XVII secolo, allorchè i certosini ingrandirono la mensa portandola fino alla lunghezza di m. 2,84 in luogo di quella di m. 1,68 che aveva originariamente il pallio, si addimostrano foggiati in marmo di Gandoglia non solo, qual è per l'appunto il basamento del tabernacolo del Volpi, ma adorni inoltre degli stessi disegni lineari ed a volute che sono ornamento degli specchi in basso del tabernacolo stesso.

Altrettanto dicasi delle due edicole che tradiscono la mano del Volpi e nel disegno generale e nell'adornamento altresì del timpano, nelle mensole laterali simili a quelle della predella dell'altare, e perfino nelle rosette da lui predilette e riprodotte per uniformità di decorazione nel ricco adornamento a lesene e puttini che tappezza le due absidiole del presbitero.

E sappiamo che di rosette consimili andavano pure provvisti i gradini in marmo di Gandoglia del pristino altare consacrato nel 1576, e che rimasero poi occultati in parte sotto la gradinata più ampia in marmi a tarsia fatta eseguire dai padri certosini nel corso del XVII secolo, allorchè ingrandirono la mensa, spostando in avanti il pallio e aggiungendovi le statue dell'Orsolino e del Volpino e i bassorilievi del Rusnati del 1696.

Siamo così davanti tanto in questo altare maggiore della Certosa di Pavia quanto nelle opere principali del Presbitero del tempio eseguite nei nove anni dal 1567 al 1576, a lavori perspicui di sommo artista il cui nome fu sin qui passato sotto silenzio e che si rivela invece, come vedremo, elegantissimo e perito architetto nel tabernacolo più specialmente e nelle due

Edicole dell'abside del presbitero, e nel pallio poi quale scultore valente sopra tutti fra quanti fiorirono alla Certosa stessa verso la metà del XVI secolo.

E poichè è specialmente quale scultore che ne torna come una vera rivelazione l'apparizione nel sinedrio dei grandi artisti del cinquecento di questo Ambrogio Volpi, porteremo innanzi tutto l'attenzione nostra sul pallio dell'altare che fa rimaner sorpresi quanti vi posano sopra gli occhi.

IL PALLIO.

Non saprebbesi in verità a chi altri se non a questo ignorato architetto ed artista di primo vaglia che è l'Ambrogio Volpi, sia ascrivibile negli anni dal 1573 al 1576, pur questo magnifico capolavoro scultorio della Certosa pavese dal momento che sappiamo dai positivi documenti dell'Ambrosiana essere stato a lui commesso e fatto eseguire dal Priore Don Ippolito Turati l'*altare nobilissimo* davanti al tabernacolo, che fu poi consacrato dal Vescovo e Delegato apostolico Peruzzi il 26 Ottobre 1576.

E avvertasi che, oltre quell'attributo che ben gli corrisponde di nobilissimo, la Relazione stessa della visita compiuta in quell'occasione dal detto Prelato, si esprime letteralmente nel senso di un pallio scultorio a molteplici figure qual è l'attuale colla dizione: « *Altare majus habet stipitem marmoreum pluribus figuris celatis* » e solamente aggiunge che: « *Ornamentum sed nondum est perfectum* ».

Nell'ottavo decennio del XVI secolo, il solo scultore che avrebbe potuto condurre a fine un'opera così complessa e di tanta vaghezza qual è questo pallio colla ridda d'angeli intorno al mistico calice eucaristico posato su una medaglia coll'effigie della Pietà, sarebbe l'Angelo Marini, detto il Siciliano, che molto operò di scalpello alla Certosa e fu anzi chiamato a decorare di statuine di bronzo il suntuoso tabernacolo a cupoletta del Volpi.

Senonchè, l'essere il Marini tassativamente menzionato nelle carte certosine e nel manoscritto stesso del padre Matteo Valerio quale il fornitore delle statuette di bronzo alte 27 centimetri che adornano il tamburo del tabernacolo o ciborio del Volpi, esclude ogni possibilità che sia ad esso ascrivibile il pallio marmoreo, di ben maggiore importanza, e che non risponde nemmeno per stile scultorio, alle opere conosciute di questo artista. Non sarebbesi infatti taciuto il nome suo ove per avventura avesse solo posto mano a lavoro di tanto pregio.

Da escludersi parimenti è la supposizione che questo pallio che ammiriamo oggidì sia una posteriore opera di rifacimento della metà del XVII secolo e così d'allorchè fu ingrandito l'altare coi bassorilievi del Rusnati, gli angeli del Volpino e i due angeli di Tommaso Orsolino, al qual ultimo più specialmente, attesa la singolare sua valentia, potrebbe a tutta prima ascriversi un'opera di scalpello di sì rara perfezione, come opinò il Brogi anni or sono.

E, per vero, se il bel pallio dell'Orsolino scolpito nel 1636 per l'altare

di San Bruno, rivaleggia in alcuni particolari colla magistrale scultura del Volpi, e il garbo, unito a somma perizia, con cui vi è tratto dal marmo il crocifisso tenuto dal fondatore dell'Ordine, possa fino lasciar supporre che avrebbe quell'artista saputo anche spingersi fino alla delicatezza stragrande della medaglia centrale della Deposizione, fa duopo confessare che tra le opere sue e questo pallio dell'altar maggiore della Certosa intercede pur sempre un largo divario, quale risulta spiccato fra tutte, del resto, le sculture del XVI secolo e quelle del secolo successivo.

Che se veramente prodigiosa fu l'attività di Tommaso Orsolino nell'abbellimento della Certosa pavese, tantochè nel breve giro di sette anni, come narra il Baldinucci (pag. 430 vol. 13) condusse in marmo alla Certosa, nel quarto decennio del XVII secolo, ben 18 statue, e fu costante opinione fra gli artefici, al dir di quell'autore, che egli avesse ai suoi dì fatto più statue che mai facesse altri tele, pure ci rimane dell'operosità sua un'esatto rendiconto nel manoscritto del padre Matteo Valerio, col prezzo fin anco delle singole statue e del pallio da lui eseguito dell'altare di San Bruno, e non riescirebbe spiegabile il silenzio sulla sua creazione di maggior conto quale sarebbe il pallio dell'altar maggiore della Certosa pavese, ove esso fosse dovuto al merito del suo scalpello.

Oltre a ciò, il modo di panneggiare delle statue dell'Orsolino è, a detta del Baldinucci quello di Prospero Bresciano che fece lo sgraziato Mosè della Fontana di Termini, e differente affatto da quello del pallio dell'altar maggiore colla ridda d'angeli intorno al Sacramento, nè avrebbe l'Orsolino ommesso di scolpirvi le sue iniziali T. O., come fece quell'artefice genovese nel pallio dell'altare di San Bruno.

È ben vero che di Tomaso Orsolino si ammirano ai fianchi del tabernacolo due vaghissimi angeli, con ornamenti al collo e sul capo e con monili al braccio di vividi coralli, che attirano tosto lo sguardo dell'osservatore per la grazia con cui sono drappeggiate quelle angeliche figure e la severa e pia maestà con cui tengono levati i reliquarii col monogramma rispettivo del Cristo e della Vergine.

Certo, sono entrambe quelle statue pregevoli oltremodo e va ammirata la castigatezza della loro fattura nella prima metà del XVII secolo e così nei tempi dell'incipiente barocco; ma il partito stesso delle pieghe e il senso d'arte che le avviva è così diverso dagli angeli festosi e tripudianti del pallio, colle movenze tuttora della scuola del Rinascimento, da togliere di mezzo ogni avvicinamento fra le due sculture.

Valga ciò solo ad escludere che l'Orsolino abbia avuta la benchè menoma parte nel pallio del 1576 (1), non senza osservare che ad ogni modo, come fu messo in luce il nome suo dal padre Valerio per quei due angeli, tanto

(1) Nella bella fotografia del Brogi di questo frontale dell'altar maggiore della Certosa d Pavia, viene esso indicato nella sottoposta leggenda a stampa come opera di mano di Tomaso Orsolino, e il più curioso si è che in altra fotografia del Brogi stesso, riproducente l'intero altare, lo si attribuisce « a F. Brioschi ed a Silvestro da Cairate ».

più avrebbe egli ciò fatto pel lavoro scultorio di assai maggior polso del pallio dell' altare.

Ma, più di questi criterii meramente artistici, vi è un positivo documento d'archivio che esclude affatto l'Orsolino dall'aver avuto mano in quella ragguardevolissima scultura, e cioè il verbale fino a noi pervenuto della visita fatta alla Certosa ticinese, dal Vescovo e Delegato Apostolico Mons. Angelo Peruzzi il giorno della solenne consacrazione di quell' altare maggiore nel 26 Ottobre 1576, documento che riproduciamo qui in calce attesa l' importanza sua, ringraziando dell'avuta comunicazione l' Egregio Prof. Rodolfo Majocchi, di Pavia (1). Deducesi da quell' atto che negli anni dal 1567 al 1576, in cui, dopo l'asportazione a Carpiano dell' altar maggiore consacrato nel 1497, si fece luogo alla costruzione del nuovo altar maggior in fondo all'abside e si decorò il presbitero, portandovi il coro del De Polli e facendo eseguire nel 1575 la chiusura di separazione del presbitero stesso dalla navata trasversale, si valsero i Certosini provvisoriamente di un altare della Cappella di San Cristoforo, eretta presumibilmente ove sorse poi l'altare di San Bruno nel XVII secolo, già dei SS. Pietro e Paolo e nella quale si conservavano le spoglie eucaristiche.

Si descrive dappoi il nuovo tabernacolo iniziato nel 1567 e terminato nel successivo anno 1568, tanto all' esterno quanto all' interno, e passando in seguito a far parola dell'Altar maggiore propriamente detto, si dichiara che l'altare maggiore ha un pallio marmoreo adorno di molte figure scolpite, che nel giorno dell' inaugurazione non era però in ogni sua parte ultimato.

E il verbale ha termine manifestando l'avviso che una volta compiuto il tabernacolo e l' altare con tutti i suoi ornamenti, sarà degno e cospicuo oltremodo, quanto si dice e reputa dalla chiesa stessa, per tutta Italia.

Sappiamo così in modo indubbio che già nel 1576 esisteva il pallio scol-

(1) VISITA ALLA CERTOSA DI PAVIA
FATTA DAL VESCOVO E DELEGATO APOSTOLICO MONSIGNOR PERUZZI
il giorno 26 Ottobre 1576.

« Primo, celebrata missa ad altare quoddam pro summo ac majori altare pro nunc deputatum propter fabricam, et ornatus qui fuit in Capella majori,

« Visitavit Sanct.mum Euchar. Sacramentum quod vidit conservari super altare capellæ S. Christophori nuncupatæ quæ pro nunc inservit loco et in locum capellæ majoris ipsius Ecclesiæ . . . . de proximo removendum et locandum et conservandum in tabernaculo valde pulchro et arte miranda laborato super summo ac majori altare capellæ majoris ipsius ecclesiæ collocato . . . intus vero intectum de ligno cypressino cum pluribus figuris designatis veteris Testamenti significantibus et figurantibus . . . . . et ordinandum quod aliter de serico integatur.

« Altare majus habet stipitem marmoreum pluribus figuris cælatis ornatum, sed nondum est perfectum. Tabernaculum quod super eo habetur pro custodia S.mi Sacramenti totum est de marmore finissimo et valde præciosum cum pluribus columnis, figuris sculptis et lapidibus etiam præciosis insertis; adhuc non est completum sed in brevi (ut dixit R. P. Prior) perficietur, et cum perfectum fuerit cum suis ostiolis argenteis et pluribus aliis ornamentis adhibitis et conopeolis sericeis quorum materiam paratam idem R. Prior ostendit, jndicavit prefatus Rev mus D. Visitator, tabernaculum seu custodiam præfatam uti singulare quoddam, prout dicitur de Ecclesia ipsa per totam Italiam haberi, reputari et appellari posse ».

pito attuale dell'Altar maggiore, per quanto allora non del tutto ultimato, e il manoscritto certosino dell'Ambrosiana, riferendo a merito del Padre priore Dott. Ippolito Turati, negli anni dal 1574 al 1580, l'aver egli fatto finire il tabernacolo iniziato fino dal 1567 per mano di Maestro Ambrogio Volpi, da Casale, e così pure provveduto alla solatura dello spazio intorno all'altare colla gradinata relativa, e all'apprestamento da ultimo della sedia sacerdotale e del lettorino del Santo Vangelo, così testualmente si esprime a proposito dell'Altare maggiore: « *Sacrarium magnum jamdiu inchoatum perfecit et pavimento marmoreo et* ALTARE NOBILISSIMO *ornavit.*

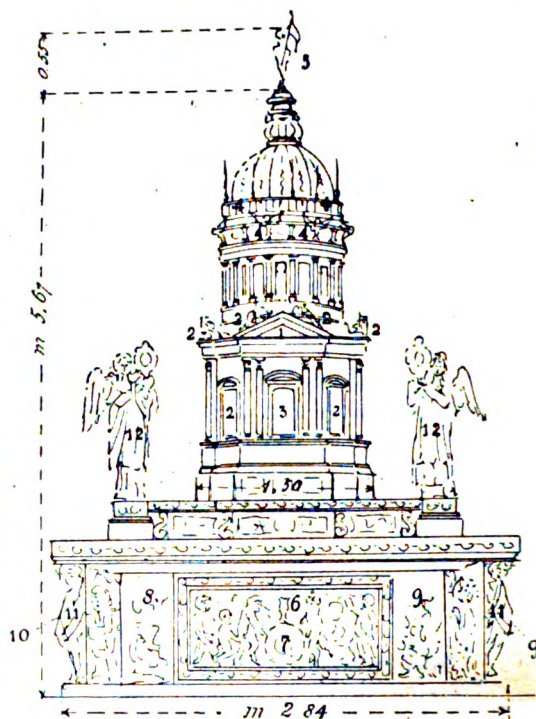
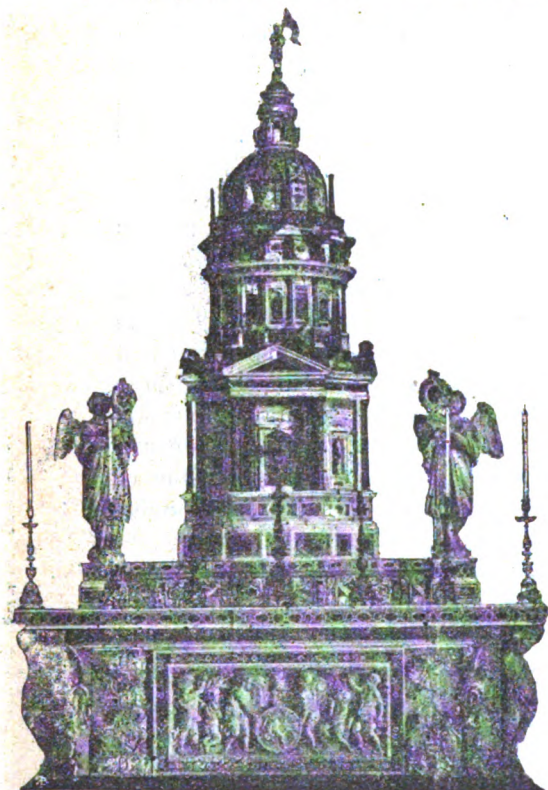
Come pertanto è da escludersi affatto Tomaso Orsolino nella fattura del pallio di detto altare maggiore già collocato a posto fino dal 1576, altrettanto è da dirsi non solo pel Marini, ma per qualsiasi altro artista, per quanto egregio, anteriore al 1574 e così al priorato di Don Ippolito Turati.

E, per vero, l'eccellenza di questo pallio dell'attuale altar maggior della Certosa di Pavia parve sempre tale, che, pur accennandosi sulle generali al nome di Francesco Brioschi nel secondo decennio del XVI secolo per la composizione generale dell'altare, non si mancò di evocare il nome di Cristoforo Solari, detto il Gobbo, se non pel pallio tutto quanto, almeno per la medaglia centrale colla scena della Pietà, e cioè del Cristo deposto dalla croce fra le braccia della Madre e di San Giovanni (1); scultura veramente meravigliosa non solo per l'accademia ossia pel corpo ignudo del Cristo, ma altresì pel modo con cui sono raggruppate in un circolo le tre figure e per le doti di sentimento che vi si ammirano. Quanta compunzione in quegli angeli dalle lunghe vesti svolazzanti, due dei quali si adoperano pietosamente a reggere le braccia del morto Redentore, ed altri due volano intanto al disopra del doloroso gruppo in atto di sterminato dolore e di profonda angoscia!

Il compianto Magenta che già ebbe a chiamare il presbitero della Certosa pavese « un Museo vero permanente delle arti figurative, quale non ve ne ha altro che gli stia a pari », venendo a parlare più specialmente dell'altorilievo del pallio, dichiara a pag. 392 e seg. della sua opera sulla Certosa di Pavia che appartiene ad uno dei più eminenti artisti che abbiano lavorato nei primi anni del cinquecento » e aggiunge poscia « di non conoscere scultore lombardo della seconda metà del XVI secolo che sarebbe stato capace di darci una medaglia quale ammirasi in questa mensa d'altare che è, a parer suo, un notevolissimo lavoro di scultura.

Non men della medaglia per altro, richiama tosto l'attenzione degli osservatori l'intero pallio con tre schiere d'angioletti per parte scolpiti ad alto e basso rilievo, su tutta la fronte, della lunghezza massima di M. 1,68 per un'altezza di M. 1, e con una profondità di quasi due decimetri.

(1) Anche il PARAVICINI, a pag. 15 dell'*Arte del disegno in Italia*, così si esprime al riguardo: « Merita speciale menzione Cristoforo Solari quale autore di una magnifica patera, rappresentante la Deposizione della Croce, posta sotto la mensa del maggior altare della Certosa di Pavia. Il modo largo, maestoso, michelangiolesco col quale è modellata, ci indicano in lui uno dei più grandi artisti ».

È costituito da un solo blocco di fino marmo di Carrara, delle dimensioni anzidette, che, portato un mezzo metro più innanzi e separato dalle fiancate originarie, tuttora esistenti, in marmo di Gandoglia con disegni analoghi a quelli del tabernacolo, vedesi oggidì incluso, per così dire, nell'altare assai più grande ottenutosi dai padri Certosini, verso la metà del XVII secolo, mercè l'aggiunzione degli angeli laterali dell'Orsolino, dei bassorilievi del Rusnati, di lesene angolari con teste ornamentali e di due putti del Volpino sorreggenti la mensa soprastante portata così alla lunghezza di ben M. 2, 46, come dallo schizzo qui sotto.

SCHIZZO GRAFICO

DELL'ALTAR MAGGIORE ATTUALE DELLA CERTOSA DI PAVIA (*)

Altare originario del 1567.

1. Tabernacolo di Ambrogio Volpi da Casale - 1567-68.
2. Bronzi decorativi di Angelo Marini, detto il Siciliano.
3. Porticina di bronzo di Francesco Brambilla.
4. Balaustrata e bronzi aggiuntivi negli anni dal 1602 al 1604 da Andrea Biffi.
5. Statuetta terminale del Redentore, di Andrea Biffi, del 1605.
6. Pallio di Ambrogio Volpi, non ancora teminato nel 1576.
7. Medaglia centrale della Deposizione.

Aggiunzioni della seconda metà del XVII secolo.

8. Sacrificio di Abele di Giuseppe Rusnati.
9. Sacrificio di Noè, idem.
9bis. Nel fianco: Sacrificio di Elia, idem.
10. Nel fianco: Sacrificio di Davide, idem.
11. Putti laterali sorreggenti la mensa, del De Magistris, detto il Volpino.
12. Angeli col monogramma del Cristo e della Vergine, di Tommaso Orsolino.

(*) I *clichés* di questa Tavola vennero cortesemente ceduti dalla Direzione del « Monitore Tecnico. »

Ora, senza qui discorrere dei pregi che pur hanno queste aggiunzioni scultorie coi bassorilievi dei sacrifici di Abele e di Noè, di Davide ed Elia del Rusnati, e le statuette minori del Volpino, locchè uscirebbe dai limiti di questo studio preliminare sul solo altare del 1576, e pur ammirando come lo stile barocco siasi qui contenuto in modo da non arrecare soverchio nocumento alla pristina opera scultoria del XVI secolo, va notato intanto che anche l'originario pallio di Ambrogio Volpi va recinto d'ogni intorno da una fascia di circa un decimetro d'altezza decorata da specchietti policromi a mosaico, che lasciano luogo nella parte di mezzo dei quattro lati a tavolette rettangolari con tarsie di frutti a pieno rilievo apprestate con fini marmi e pietre dure di alto valore.

Già il Magenta ebbe ad osservare che fra i numerosi lavori di intarsio che adornano gli altari della Certosa pavese, è questo il solo esempio che si abbia di tavolette con mosaico rilevato alla fiorentina, cosicchè sarebbe d'avviso che, non già ai fratelli Sacchi, mediocri artefici, la cui prestazione manuale alla Certosa pavese non viene avvertita che dopo il primo decennio del XVII secolo, ma ad altri operaj di ben maggiore levatura siano quei mosaici alla fiorentina ascrivibili.

E quando si astragga dall'epoca che egli assegnerebbe loro della metà del XVI secolo, sotto i Priori Damiano Longone (dal 1530 al 1552) e Don Hieronimo Bosisio (dal 1553 al 1563), i quali non fecero in realtà che raccogliere materiali e pietre preziose a maggior ricchezza del tempio, e si assegni la decorazione del pallio colle fasce dei mosaici all'epoca della costruzione dell'altare negli anni dal 1574 al 1576, alla qual ultima data già era vicino al compimento, la opinione sua è pienamente accettabile.

Va notato infatti che specchi e fiorami di commesso a mosaico costituiscono pure motivo di adornamento della cupola più specialmente e dei fianchi del tabernacolo del Volpi. e quando si tenga conto che erano per l'appunto lombardi i primi e più valenti operaj che risuscitarono l'arte del mosaico in pietre dure a Firenze nella seconda metà del XVI secolo, può arguirsi che a quegli esperti artefici, recatisi poi a stabilirsi sulle rive dell'Arno fra i quali distinguevansi su tutti due Caironi ed un Giorgio Gaffuri, che coi due suoi figli salì poi in alta fama (1), abbiano ricorso i padri certosini per l'adornamento del mirabile pallio dell'altar maggiore.

Ma, assai più di queste vere lautezze del buon tempo dell'arte, ciò che ne sorprende maggiormente in questo pallio è pur sempre il peregrino valore scultorio, e non solo della medaglia centrale di cui già s'è fatto parola col soprastante calice eucaristico, tempestato di coralli, ma altresì dai putti alati e turiferarii, quali in piedi e quali ginocchioni in atto di venerazione dell'ostia del Sacramento.

Nelle due triadi d'angeli più vicini alla medaglia centrale, i due putti

(1) Vedasi il ZOBI: *Notizie storiche sull'origine e sui progressi dei lavori di commesso in pietre dure* Firenze 1853, laddove dice che, intorno al 1580, ben sei maestri milanesi lavoravano con Porfirio da Lecco nel celebre Casino di S. Marco.

più in vista sul dinanzi tengono ritta la medaglia stessa coll'effigie del corpo straziato del Redentore, mentre gli altri per metà nascosti stanno divotamente orando.

Piegano il ginocchio a terra, quali colle mani giunte, quali tenendo stretto al seno i vasi cogli incensi le due schiere di putti alati che tengono dietro ai primi, ed agitano invece con grazia e festanti il turibolo con coperchio alla romana le triadi di angeli pienotti e prosperosi dei due lati estremi.

Come usò il Donatello, nei suoi cori angelici della Cantoria del Duomo di Firenze e nel pergamo di Prato, ed era invece sconosciuto nell'arte lombarda del primo rinascimento, piuttosto che creature celesti dalle forme smilze e dai lunghi abiti svolazzanti quali usò l'Omodeo, sono gli angeli accorsi a tripudiare intorno all'ostia eucaristica vispi e robusti putti, taluno di essi con brevi ali e tutti dal viso rubizzo, dai capelli corti e lievemente crespi e vestiti con tuniche di veli annodati qua e là che lasciano trasparire le vaghe forme del corpo, pur togliendo il senso di una sconveniente nudità.

Nulla di più vago di questa scena soavemente concepita e riprodotta dallo scalpello con un sentimento così vivo delle forme plastiche e nel tempo stesso con una maestà e una serenita di concezione da grande maestro. Che dire poi della perizia tecnica in taluni particolari? Meravigliosa; ed ha ragione il Magenta nel sostenere che il soggetto di questo pallio è uno dei più belli e commoventi rappresentati in tutta quanta la Certosa, ripetendo di bel nuovo che, dal garbo della composizione, dalla bontà dello stile e dalla squisitezza dell'esecuzione fa duopo concludere che l'opera appartiene ad uno dei più eminenti artisti dell'aureo cinquecento.

E noi sappiamo ora il suo nome, e ne è caro di toglierlo dall'obblio e circondarlo della fama che si merita, *Ambrogio Volpi,* da Casale!

Vedremo più innanzi com'egli non fosse solo un valentissimo scultore, ma altresì, come gliene fece lode il Lamo, scrittore cremonese del 1584 (1) un perito ed elegante architetto attesi i pregi grandissimi che si notano nel tabernacolo da lui compiuto fino dal 1568; ma poichè è precipuamente come statuario insigne che ci si rivela in questo pallio, fa duopo che ci soffermiamo dapprima, anche pei voluti raffronti, su altra opera scultoria, fin qui pressochè ignorata di questo stesso scultore, e cioè sul grandioso altare marmoreo di Sant'Evasio nel Duomo di Casale, dell'anno 1563.

È quel monumento, sgraziatamente disfatto e sperperato fin dal secolo scorso, ma di esso si conservano in Casale stesso i preziosi resti, e ne danno la chiave per giudicare della umile origine e della grande valentìa di questo artista esimio che fu il Volpi.

E vediamo di aver prima una chiara idea, dagli scritti del Canonico Vincenzo Deconti e meglio dagli atti notarili da lui citati e compendiati, di quel che fosse quest'altare di Sant'Evasio di Casale, dell'epoca in cui sorse e dell'artista di cui torna più specialmente ad onore.

(1) Fu citato questo autore anche nei tre Numeri 18, 19 e 20 del *Monitore Tecnico* del corrente anno, contenenti una Memoria preliminare riassuntiva sull'altar maggiore della Certosa di Pavia.

Fu nell'anno 1547 che, venuta la Città di Casale, allora retta fin dal 1533 dai duchi Gonzaga, nel divisamento di erigere una più decorosa ara e capella al suo illustre santo protettore, il vescovo Evasio del IV secolo, ordinò a mezzo del suo Proconsole e rettore della Città a quell'epoca Oliviero Capello, i marmi occorrenti per la progettata costruzione che doveva essere suntuosa quanto mai.

Coll'Oliviero, che fu sotto Guglielmo e Vincenzo Gonzaga, personaggio importante del ducato di Monferrato e venne poi ucciso a tradimento a Chieri nel 1567, era allora proconsole Antonio Guiscardi, e furono detti Proconsoli che, il 22 Dicembre dell'anno 1547, allogarono a Cristoforo Lombardo e ad Agostino Busti, architetto l'uno e scultore l'altro notissimi della Città di Milano, un'arca marmorea, con icona ed altare per riporvi e venerarvi le ossa e reliquie di S. Evasio, difensore della fede cattolica contro gli Ariani dai quali subì poi il martirio in Casale.

Ciò dedusse il Canonico precitato dalla filza disordinata, a dir suo, del causidico casalese Giovanni Antonio Brocco, ed è riferito a pag. 349 del V volume della sua opera che porta il titolo di « *Notizie storiche della Città di Casale del Monferrato* - 11 vol. - Casale 1838-42 », desumendosi la notizia del relativo istromento sotto la data del 12 Giugno 1563.

E si aggiunge in quell'atto medesimo, che, essendo però morti gli scultori senza aver perfezionato l'opera, ed essendone richiesti gli eredi, in quell'anno 1563, comparve l'egregio Sig. *Ambrogio Volpi*, cittadino di Casale e scultore di Milano che si offerì pronto di assumere su di sè tale carico purchè a lui venisse sborsato il restante prezzo dovuto che ascendeva a scudi 100, la quale offerta fu accettata dagli elettori del Comune.

In altro atto del 14 Giugno 1563, trovasi una descrizione fatta dal notajo Giovanni Antonio Brocco, unitamente a Giovan Maria De Pergami, piccapietre di Pavia e ad Ambrogio Volpi, scultore di Casale, d'ordine del proconsole Oliverio Capello, delli marmi per la costruzione dell'area di Sant'Evasio, per la scalinata a farsi dell'altare, su cui riporre l'arca medesima, ritrovati nella casa già abitata dal canonico Germano de Zoppi ed esistenti nel chiostro della Cattedrale.

Qusti marmi erano 25 pezzi e di braccia 27 $^1/_2$ in misura, oltre quelli che, al riferir del Sig. Placido de Panibus, Cancelliere del Comune, alcuni canonici della Cattedrale dissero essere stati posti alla gradinata del battistero, i quali pure erano destinati alla suddetta costruzione.

Si espone nell'atto stesso che il canonico Manfredo de Zoppi, nipote del sovranominato Germano, non volle che detti marmi fossero rimossi da quella casa fino a che non gli venissero pagati cento scudi di cui si asseriva creditore per conto dello zio e perchè d'altra parte asseriva che alcuni di quei marmi erano suoi.

Da ultimo, il piccapietre e lo scultore affermano che detti marmi spettavano al Comune di Casale ed erano stati condotti da Milano e da altrove dallo stesso piccapietre a Casale, a nome della città e d'ordine del fu Signor Lodovico (Cristoforo) Lombardo e Sig. Agostino de Busti, scultore

di Milano, i quali eransi obbligati a fare e perfezionare detta opera dell'arca, e che vivendo il Sig. Canonico Germano, erano sotto il chiostro, il quale, una volta avutili in consegna, li fece riporre nella suddetta casa e cortile, promettendo custodirli fino a che fossero posti in opera.

Da questi atti si può intanto dedurre che dell'altare di Sant'Evasio costrutto colla nuova arte del Rinascimento, benchè incaricato originariamente nel 1547 il Busti insieme a Cristoforo Lombardo, fu invece architetto e scultore sedici anni dopo, e cioè nel 1563 l'Ambrogio Volpi di Casale, scolaro del celeberrimo artefice milanese.

Dalla scrittura più sopra citata del 14 Giugno di detto anno, rilevasi che i 25 pezzi di marmo apprestati per l'arca di Sant'Evasio dovevano essere pressochè grezzi affatto, accennandosi solo ad altri pezzi forse già squadrati e in parte lavorati che venivano utilizzati nella scalinata del battistero.

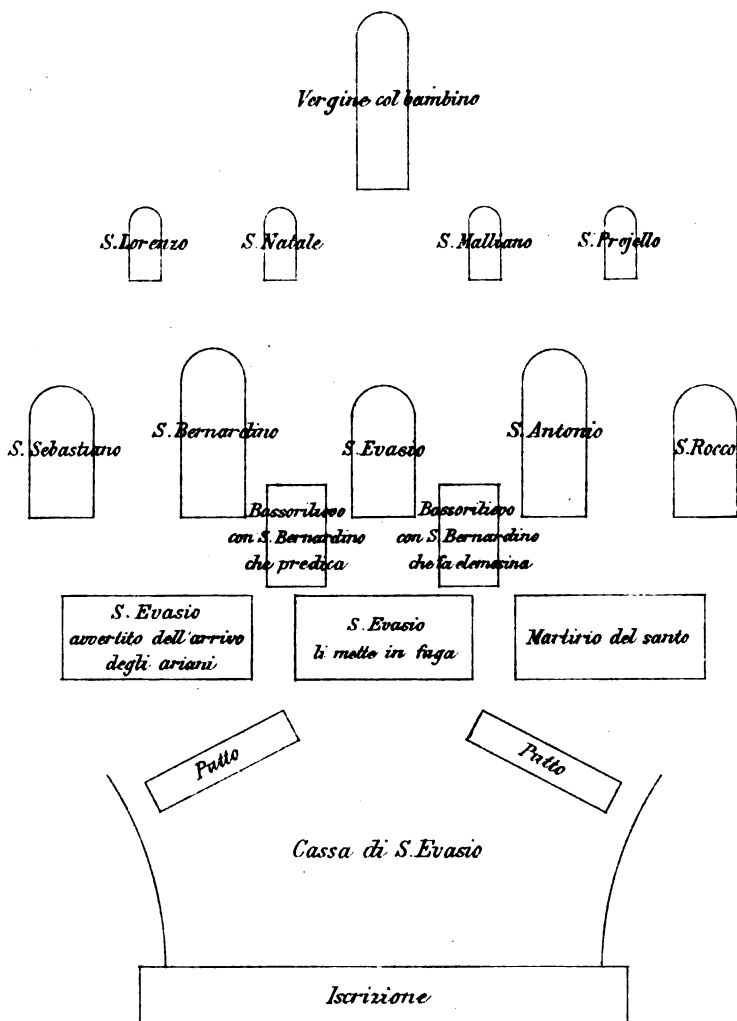
Parrebbe d'altronde che, ove fossero già stati lavorati dallo scalpello del Busti e del Lombardo, non verrebbero descritti nell'istromento a numero e misura, ma se ne sarebbe redatto un più accurato inventario, e, del resto non è nemmeno supponibile che nel breve intervallo di tempo che intercedette fra l'incarico dato ai detti due artefici nel Dicembre 1547 e la morte susseguita nel successivo anno 1548 di Agostino Busti, sia rimasto tempo all'insigne scultore di esercitare la sua valente mano su quei materiali, radunati a quell'epoca in Casale, e che in Casale pertanto, e non a Milano, richiedevano la presenza dell'artista esecutore.

Tutt'al più potrebbe supporsi che, d'incarico dello stesso Busti e del Lombardo, tradotti nel 1547 i marmi occorrenti per l'arca da Milano a Casale, qualche lavoro intorno ad essi avesse principiato l'Ambrogio Volpi scolaro del Busti stesso, ma, come egli stesso amava di chiamarsi cittadino di Casale, benchè, come si è detto, nessuna notizia emerga al riguardo di comprovante negli Atti citati.

Occorre notare intanto che se della nuova arca e dell'altare fu incaricato il Volpi definitivamente nel 1563, già doveva sussistere nella cappella stessa del santo un'edicola scultoria a guisa di pala tripartita, di data assai più remota e cioè della fine del XIV secolo, se nen già dei primi anni del XV secolo, della quale edicola facevano parte il quadro marmoreo di mezzo con cornice ogivale e la scultura del Cristo crocifisso fra Maria Vergine s San Giovanni, posto oggidì nell'andito fra il tempio e la sagrestia, ed altri due specchi analoghi e dell'egual stile residuati in Casale stesso e di proprietà oggidì di locali Confraternite.

Ma, pur prescindendo da questo trittico scultorio di antica origine, e nonostante la dispersione avvenuta nel 1767 delle statue e dei bassorilievi costituenti l'altare ed arca di Sant'Evasio condotta a fine dallo scultore Ambrogio Volpi nell'anno 1563, che questo altare della Cattedrale casalese fosse di grandi proporzioni e cospicua opera artistica, lo possiamo arguire ancor oggi dai resti fino a noi sopravanzati, ed anzi un prezioso documento del 1564 desunto dalla visita parrocchiale eseguita in quell'anno

e precisamente addì 8 Maggio da Monsignor Aldegato, vescovo casalese, ci dà un'idea abbastanza precisa di quel che fosse il detto altare di S. Evasio.

V'erano dunque in esso molte statue così descritte e cioè, quella del vescovo *Sant'Evasio* nel mezzo, che aveva a destra i simulacri di *Sant'Antonio* e *San Rocco,* e a sinistra quelli di *San Bernardino* e *San Sebastiano;* poi, più sopra vedevasi nel mezzo la statua di *San Malliano,* che ha alla destra *San Projetto* ed a sinistra *San Natale,* e dominava alla sommità questo manipolo di santi *l'effigie della Beata Vergine Maria* col divino infante in braccio, come ad un dipresso dallo schizzo grafico qui appresso.

Prospetto grafico dell'antico altare di S. Evasio
nel Duomo di Casale

Era nel sottocorpo dell'altare che doveva trovarsi l'arca colle reliquie del santo, ad un dipresso quale vedesi riprodotta oggidì in stucco nell'altare della sagrestia di Casale, con due angioli ignudi seduti al disopra, e nel contro altare che leggevasi l'iscrizione del 1563 tramandataci in quella visita e che, trasportata poi nel 1574 nella sala della città, e ceduta alla famiglia Gambara, andò sgraziatamente smarrita (1).

Si fa cenno in questa iscrizione delle persecuzioni che sofferse da parte degli Ariani che egli combatteva il vescovo Sant'Evasio insieme ai martiri Natale e Projetto, e si aggiunge che fu in quella cappella, già dedicata a San Lorenzo di cui sopravanza parimenti colle altre una statuina nella sagrestia, che venne troncato il capo al santo sopra una colonnetta di sasso che è detto esistere l'anno 1564 nella Relazione della visita pastorale del Vescovo Aldegato.

Le persecuzioni del santo fornirono poi i soggetti allo scultore dell'altare di Sant'Evasio, per tre bassorilievi di squisita fattura, residuanti tuttora nella sagrestia della Cattedrale di Sant'Evasio, e raffiguranti Sant'Evasio svegliato dal sonno ed avvertito della improvvisa comparsa degli Ariani; il santo medesimo che li mette in scompigliata fuga, e da ultimo il martirio del santo vescovo.

Altri due bassorilievi posti a tergo dell'altare della sagrestia rappresentano invece scene della predicazione nell'uno, e dell'elemosina nell'altro di San Bernardino da Siena, di cui fu scolpita, come vedemmo, apposita imagine nell'altare e che molto s'era adoperato in Casale per la pacificazione delle turbolenze cittadine mercè la preghiera e l'amor di Dio.

Poco sappiamo di quel che fosse anticamente la cappella di Sant'Evasio nel Duomo di Casale, e solo dalle filze notarili di Placido de Pani rileviamo che, all'epoca della costruzione del monumentale e nuovo altare del 1563, opere diverse di restauro ed adattamento vi vennero eseguite secondo i disegni dell'architetto Baronino. Vi era allora, alla sinistra di detta cappella l'altare di Sant'Antonio di Padova, dell'Assunta e di Sant'Evasio, che era di patronato della famiglia vercellese dei Gambera.

Secondo quanto stampò Carlo Giuseppe Ricco nell'Almanacco monferrino del 1769, quest'ultimo altare, di cui sopravanza uno schizzo nelle carte di Archivio di Casale, sarebbe stato eretto nel 1525 su disegno dell'architetto e scultore della metropolitana di Milano Agostino Busti, ma il De-Conti a pag. 238 del Vol. X dice che, all'epoca della rimozione nel 1764 del vecchio altare di Sant'Evasio, per far luogo alla costruzione della nuova e più suntuosa cappella del Santo, per la quale fino dal 1760, il vescovo Avogadro aveva elargito grandi somme e s'era privato del cocchio, dei cavalli, e

(1) Essa era del seguente tenore:
Cum beatus Evasius Beneventanus episcopus et martyr Natali et Projecto sacerdotibus viris apprime religiosis comitantibus perversum Aurii praesb. Alexandrini dogma purgatus advenisset, hic in sacello divi Laurentii, et loco ubi lapidea columna erecta manet et Avriis sacerdotibus capite truncatus est, eique hujus casalensis urbis divino decreto patrocinium et protectio est demandata. Quod quidem pientissimus munus cives acceptum ferentes ejusdem martyris ossa et cineres hoc insigni exornarunt sepulchro Antonio Guiscardo et Olivero Capello proconsulibus anno salutis MDLXIII Kal Decembris.

perfino dell'anello pastorale, l'iscrizione più sopra ricordata del 1563 fu ceduta alla famiglia Gambera in luogo del *distrutto* altare dell'Assunta di patronato di quella famiglia, e che questo fu poi trasportato ossia *piantato* in detto anno 1764 in testa alla seconda navata della Cattedrale ove vedesi tuttora.

Checchè ne sia pertanto dall'asserzione del Ricco, fondata evidentemente su un mero equivoco, l'altare attuale della cappella Gambera che non fu distrutta ma solo modificata nel 1760, si rivela affine nel suo complesso organismo allo schizzo surricordato e potrebbe anche essere della scuola del Busti, ma le tre statue della Vergine, di Sant'Antonio e di San Bernardino, che già vedemmo, facevano parte invece del grandioso altare edificato da Ambrogio Volpi nel 1563, e furono cedute dai Canonici nel 1764 ad ornamento della cappella Gambera, per aver essi trattenuto nella sagrestia le sole statue e i bassorilievi risguardanti più specialmente il santo vescovo, protettore di Casale.

Del resto, gli equivoci intorno all'epoca di questi lavori scultorii ed ai nomi degli artisti esecutori sono tali e tanti, massime nell'opera del Canonico Deconti, che, pur avendo avuto visione dei menzionati contratti, racconta per esempio, in certo suo manoscritto che « il Volpi Ambrogio, di Frassineto, detto Volpino, statuario egregio in marmo col Lombardo ed Agostino da Busto, lavorò in Casale dal 1523 sino al 1542 », e aggiunge dopo sin quasi lepidamente che « morì in età giovanile ».

Altrove, nel manoscritto anzidetto che porta il titolo di « Ritratto della Città di Casale » e di cui una copia si conserva nella Biblioteca del Re in Torino, asserisce che le statue coi bassorilievi poste in sagristia ed all'altare di Santa Maria delle Grazie in chiesa (già dei Conti Gambera) « furono eseguite dai celebri scultori del Duomo di Milano » Bartolomeo della Porta, Ambrogio Volpi di Frassineto, Alfonso (e non Cristoforo) Lombardo ed Agostino da Busti, mentre, come vedemmo, il Busti ed il Lombardo accettarono bensì nel 1547 il primitivo incarico dell'assunzione dell'altare, ma non vi poterono poi attendere per la seguita morte di Agostino Busti detto il Bambaja, nel 1548, e quanto al Bartolomeo Della Porta, che sappiamo essere stato il padre di Giovanni Giacomo dell'egual nome, che scolpì alla Certosa di Pavia dapprima, e poscia dal 1531 al 1555 a Genova, dobbiamo ritenere sia il suo nome stato ricordato per mera e lontana tradizione, inquantochè, all'epoca dell'erezione dell'altare nel 1563, non solo il Bartolomeo ma anche il più celebre Gian Giacomo Della Porta già era morto in età più che matura.

Altrettanto può dirsi dell'inesatta informazione fornita a pag. 348 Vol. X dal Canonico Vincenzo Deconti, laddove narrando essersi messi in posto nella sagrestia del Duomo gli avanzi dell'antico altare di Sant'Evasio nel 1786, dice che la statua di Sant'Evasio è opera del famoso Giacomo Della Porta.

E, per vero, quand'anche non si voglia alludere con ciò a Giovan Giacomo Della Porta che sappiamo defunto nel 1555, ma bensì ad altro Giacomo della Porta, architetto e famoso in Roma sotto il pontificato di Pio V,

ogni possibilità che il detto artista abbia avuto a che fare nell'erezione dell'altare di Sant'Evasio, fornendo anzi di sua mano il simulacro principale del santo medesimo, rimane per sè esclusa dal fatto che, nella visita pastorale al Duomo di Casale del Vescovo Aldegato, fa egli già menzione di questa statua di Sant'Evasio come esistente colle altre ad ornamento dell'altare dell'insigne vescovo e protettore di Casale.

Da tutte queste risultanze venendosi a togliere di mezzo per esclusione molti dei nomi d'artisti messi innanzi sulle generali e per mera confusione dal Deconti e da altri come esecutori tutti quanti dell'altare di Sant'Evasio in Casale, altro non può dedursi che ad uno solo di essi spetta il merito per intero di quell'esimio lavoro, ed è questi *Ambrogio Volpi* di Casale.

Ciò è anzi attestato esplicitamente dalla scrittura notarile summenzionata del 12 Giugno 1563, e quand'anche fossero a quell'epoca già stati iniziati in precedenza lavori scultorii per l'arca ed altare di Sant'Evasio, è ancora il solo Volpi che avrebbe potuto porvi mano in Casale ove si trovavano i marmi, ritenuto che il Busti già si era reso defunto fin dal 1548, poco dopo la stesa dell'originaria convenzione per l'apprestamento di quel monumento.

Poco sappiamo a dir vero della vita artistica di questo insigne scultore casalese, che, pur amando firmarsi egli stesso come cittadino di Casale, sarebbe nato a Frassineto Po, borgata a pochi chilometri da quella città. Per una curiosa singolarità la chiesa di Sant' Ambrogio in Frassineto veniva officiata col rito ambrosiano ed appartenne alla Diocesi di Milano fino al 1805, e il nome stesso di Ambrogio del Volpi convaliderebbe la sua origine da quell'oscura borgata (1).

Sembra uscisse il Volpi da una famiglia d' artisti giacchè il chiarissimo studioso Conte Alessandro Baudi di Vesme trovò notizie di un Aimo e Bolognino Volpi, pittori fratelli di Casale, che suppone dell' istessa famiglia dell'Ambrogio e a lui contemporanei. D'uno di essi si rinvenne anzi testè una tavola nella chiesa parrocchiale di Frassineto.

Le relazioni di Frassineto Po colla Diocesi milanese, ponno spiegare fino ad un certo punto l'andata dell'Ambrogio Volpi a Milano per apprendervi la scultura alla scuola del celeberrimo Agostino Busti detto il Bambaja, a cui subentrò come discepolo per l'esecuzione dell'altare di Sant'Evasio.

Che se non fu dato rintracciare notizie di lui in Milano negli Annali della fabbrica del Duomo od altrove, un chiaro monumento della perizia e valentia sua come scultore, anche prima che si illustrasse alla Certosa di Pavia col tabernacolo e l'altare maggiore negli anni dal 1567 al 1576, l'abbiamo nell'arca e nell' altare di Sant'Evasio di Casale, sui cui preziosi avanzi si sofferma con sommo interesse lo studioso d'arte.

(Continua).

---

(1) Per tutte queste notizie casalesi, rendo sentite grazie all'Eg. amico Avv. Cav. Francesco Negri di Casale, cultore reputato d'arte e di storia, già noto per molteplici pubblicazioni, che si compiacque agevolarmi il lavoro d'indagine nello sminuito archivio locale del Monferrato e la visita in luogo delle statue del Volpi.

IL VIADOTTO DI MÜNGSTEN (GERMANIA) (1)

(Vedi tav. 36 e 37).

È stato inaugurato recentemente in Germania nei dintorni di Düsseldorf, presso la stazione di Müngsten sul Wupper una grande opera d'ingegneria che merita l'attenzione, tanto per la sua importanza quanto per le particolarità interessanti della sua costruzione.

Si trattava di unire con una strada ferrata diretta i due centri industriali di Solingen e di Remscheid (fig. 1 tav. 36) distanti solo 8 Km. in linea retta. In causa delle difficoltà del terreno: differenza di altitudine delle due stazioni di 100 metri e necessità di attraversare la vallata del Wupper profonda da 100 a 120 metri non si potè affrontare seriamente il problema prima del 1889.

L'obbligo di fare un gran giro che portava a 44 Km. il percorso minimo dei trasporti per strada ferrata tra queste due città, ostacolava considerevolmente le transazioni commerciali molto attive di questa regione.

Fu per rimediare a questo stato di cose che si realizzò la nuova linea e il viadotto di cui ora parleremo colla spesa di 6 milioni circa.

La parte più difficile del problema era l'attraversamento della vallata del Wupper a 800 metri a valle di Müngsten per mezzo di un viadotto la cui piattaforma si sarebbe trovata a m. 107 sopra il pelo d'acqua del fiume. I punti situati a questa quota sui versanti della vallata essendo distanti di 660 metri si adottò per il viadotto propriamente detto una lunghezza di 470-480 metri.

Il terreno è costituito sui versanti della valle da banchi di schisto inclinati da 18° a 47° dall'Est all'Ovest coperti in certi posti di uno strato di argilla e di humus e nel thalveg da alluvioni alte fino 7 metri.

Questa roccia schistosa benchè poco resistente alle influenze atmosferiche costituisce un'eccellente base di appoggio per le fondazioni.

L'opera progettata nello studio primitivo è quella rappresentata a fig. 3 e su questo progetto si stimò la spesa occorrente. Il confronto dei primi progetti esaminati dal Ministero e dalla direzione delle strade ferrate non

(1) Dai giornali: *Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure* e *Génie Civil*. (Ing. M. Seurat).

avendo fatto risultare nettamente il viadotto più vantaggioso si fecero studiare in concorrenza, dalle più importanti case costruttrici della Germania le tre disposizioni seguenti:

1.° Viadotto e travata rettilinea del tipo rappresentato a fig. 4. lasciando ai costruttori la facoltà di modificare le campate centrali per ragioni di economia o di estetica.

2.° Viadotto con arco centrale senza indicazione della forma generale (il progetto primitivo fig. 3 non fu comunicato agli interessati) coll'unica condizione che l'arco (incastrato o con cerniere all'imposta) non doveva essere a cerniera in chiave.

3.° Viadotto cantilever fig. 5.

I progetti proposti dai costruttori dovevano essere costituiti dal calcolo statico, dai disegni, dal calcolo dei pesi, da una descrizione e da un preventivo.

La Gutehoffnungshütte presentò un progetto a travata rettilinea secondo il tipo fig. 4. La travata era portata da nove piloni misuranti 20 metri nel senso della lunghezza delle travate e distanti 30 metri.

Delle mensole disposte alla sommità dei piloni sporgevano di 5 metri da ogni lato in modo da ridurre la portata libera a soli 20 metri. Ogni travata riposava su queste mensole per mezzo di appoggi a rulli uno fisso e uno che permetteva spostamenti longitudinali.

La lunghezza totale del ponte era di 470 metri.

La Società Harkort presentò un progetto di ponte tipo cantilever sostenuto da due pile della lunghezza utile di m. 33, 96. Ogni pila portava una doppia mensola con una sporgenza di m. 56, 60.

Il viadotto era completato da tre travate rettilinee lunghe m. 56, 60 appoggiate liberamente.

La lunghezza totale del ponte era di m. 464, 12.

Il progetto che fu adottato come il meno costoso e il più soddisfacente dal punto di vista dell'aspetto, visto che la regione è percorsa da numerosi *touristes* è quello ad arco della Maschinenbauactiengesellschaft (figura 6).

Il ponte adottato consiste di una travata sopportata sui versanti della vallata da una serie di pile e sopra il *thalweg* da un arco metallico di 170 metri di luce media (160 all'intradosso 180 all'estradosso). I particolari più degni di attenzione dell'opera sono: il modo con cui la travata è fissata ai suoi sopporti, tale da permettere che solo le pile estreme le più piccole abbiano a resistere agli sforzi longitudinali, l'incastramento dell'arco all'imposta, disposizione che ha sugli appoggi a cerniera il vantaggio di rendere più facile la montatura e di fare economia sul materiale di costruzione.

Il ponte è costituito sui versanti della vallata da due tronchi di viadotto su pile comprendenti dal lato di Remscheid una travata di m. 30 e due da 45 metri e dal lato di Solingen di due travate di 30 metri e di una di 45 m Questi due tratti di viadotto appoggiano su spalle di muratura e su sei pile metalliche lunghe tutte 15 metri (dimensione parallela all'asse della via). La travata centrale che attraversa il thalweg della vallata è sostenuta nel mezzo dalla sommità del grande arco centrale e da quattro sopporti che si appoggiano sull'arco a 30 metri e a 45 m. a destra e a sinistra della sommità.

La lunghezza totale della travata è di m. 465.

Le pile dei versanti della vallata hanno le loro facce, perpendicolari alla strada, verticali, le facce longitudinali sono inclinate di $^1/_7$.

Le quattro facce delle pile sono formate da tralicci a grandi maglie, divise in piani di 11-12 metri di altezza, legati con barre orizzontali e verticali e un sistema di diagonali doppie.

Le barre trasversali sono riunite orizzontalmente da contraventi obliqui.

I grandi piloni appoggiano sulle imposte dell'arco centrale. La loro larghezza alla base che corrisponde allo scartamento dei due archi esterni del ponte è di m. 23, 681 alla parte superiore dell' imposta e di m. 25, 685 alla parte inferiore.

Le facce esterne del ponte sono esse pure inclinate di $^1/_7$ come la gran pila.

L'arco di forma parabolica ha lo spessore di 4 metri in chiave e di 12, 206 all'imposta, è fatto con un traliccio di aste verticali distanti 7, 50 e di diagonali semplici. Anche per la travata rettilinea si adottò il tipo di traliccio a grandi maglie e diagonali semplici allo scopo di ottenere una grande regolarità d'aspetto, una grande leggerezza e la massima trasparenza possibile.

La contraventatura trasversale dell'arco è costituita da diagonali doppie e traversoni orizzontali sull' intradosso. Sulla superficie di estradosso sono disposte delle sbarre trasversali ai punti di attacco delle sbarre verticali per assicurare la rigidità dell'arco e la trasmissione degli sforzi sui contraventi inferiori.

Il contraventamento della travata metallica rettilinea è stabilito principalmente alla parte superiore delle travi ed è indipendente dalla costruzione della strada. Nelle travate di 30 e 45 metri la controventatura è fatta anche alla parte inferiore delle travi.

Alle estremità delle travate ci sono anche dei traversoni incrociati per trasmettere agli appoggi le reazioni provenienti dai contraventi superiori.

Dal punto di vista della resistenza agli sforzi longitudinali, la travata del viadotto è divisa in tre tronchi a libera dilatazione amarrati nel mezzo delle pile di amarramento e alla sommità dell'arco.

I punti di separazione di questi tronchi sono sopra le facce interne delle grandi pile centrali. In questo punto la piattaforma è disposta in modo da rendere possibili variazioni di lunghezza anche di 200 millim.

Le travate si appoggiano sulle pile e spalle di muratura per mezzo di sopporti a rulli che permettono i movimenti longitudinali.

I sopporti intermedi della travata sono riuniti alla stessa per mezzo di un sistema di attacchi a incastro che permettono gli spostamenti, essi riposano sull'arco per mezzo di sfere.

La strada ferrata è disposta sulla parte superiore della travata per mezzo di lungherine e traverse.

Le disposizioni che vedemmo adottate furono generate dalle seguenti considerazioni.

L'impiego di una grande travata centrale sopportata da un arco ha permesso di riunire due punti della vallata ove le pile hanno un' altezza accettabile con un arco a grande apertura ma di piccola curvatura evitando così le pile esageratamente alte che sarebbe occorso di mettere presso il thalweg poggianti su fondazioni attraversanti le alluvioni.

L'incastramento dell'arco alle spalle è stato preferito all'appoggio a rotelle già impiegato per il viadotto di Garabit principalmente in ragione della facilità di montatura senza che occorrano nè opere accessorie nè impalcature di servizio, nè centine.

Il procedimento usato a Müngsten permise di montare le due metà dell'arco in falso senza alcuna disposizione speciale.

Si aggiunga inoltre che un arco con appoggi a sfere come quello di Garabit ha la sua sezione massima in chiave, precisamente nel posto ove è più difficile ed oneroso il montaggio. L'arco incastrato invece ha in chiave la sua sezione minima. E i pesi di ferro vanno decrescendo a partire dagli appoggi. I ferri più pesanti quindi si mettono in opera facilmente.

L'apertura di 170 m. fu indicata dai calcoli come la più economica. Essa si avvicina a quella dell'arco di Garabit (165 m.) come anche la lunghezza totale del ponte (465 in luogo di 448) ed è interessante di vedere come due problemi analoghi sono stati risolti nelle stesse condizioni in modi sensibilmente diversi.

Agli sforzi longitudinali causati dall'uso dei freni in esercizio corrente, si oppongono come vedemmo l' arco e le sole due pile estreme, si potè così avere un ponte sufficientemente resistente senza dare delle dimensioni esagerate alle grandi pile.

I mezzi impiegati per l'esecuzione del viadotto presentano certe particolarità che meritano di essere segnalate.

I materiali si potevano portare solo dal lato di Solingen, non essendo

i lavori della linea abbastanza avanzati dal lato di Remscheid. Si costruì all' imposta dal lato di Solingen un gran cantiere legato con una strada ferrata provvisoria ai cantieri minori, compresi quelli sul versante di Remscheid che occorreva raggiungere attraversando il fiume Wupper.

Si doveva anche distribuire ai posti di lavoro, la luce, la forza e l'acqua presa dal fiume. Si dovette stabilire una centrale elettrica per la produzione della forza e della luce. Visto ch'era più facile sollevare l'acqua in alto che discendere il carbone con carrelli a livello della Wupper, la centrale elettrica fu disposta a livello della piattaforma stradale.

Il serbatoio principale fu costrutto a 8 metri sopra la piattaforma stradale e quindi a 115 metri sopra il livello della Wupper.

La costruzione del cantiere di una superficie sufficiente per ricevere tutti gli approvvigionamenti ha richiesto un movimento di 10 000 metri cubi di terra.

Sull'area del cantiere di 7500 m. q, furono disposti gli edifici per due dinamo della potenza totale di 23 000 watts per una fucina, per deposito di materiali, per magazzini, per gli utensili, per la preparazione meccanica del béton, per l'argano adibito al servizio del piano inclinato che serviva il versante di Solingen. Vicini al cantiere furono disposti, il serbatoio di acqua, gli uffici e gli edifici per il personale.

La strada ferrata provvisoria destinata a congiungere il grande cantiere coi diversi punti della costruzione era composta di due piani inclinati a semplice binario serviti ognuno da un argano elettrico e riuniti da un ponte di servizio di legno e ferro a due binari sopra la Wupper.

I piani inclinati a semplice binario furono adottati per rendere più facile il raccordo coi diversi punti di lavoro.

Il ponte destinato alla manovra dei ferri destinati per l'arco fu tenuto a soli 8 metri a valle (vedi tav. 37) dell'arco in ferro affinchè i diversi ferri dell'arco potessero venir direttamente sollevati colle gru sulla parte di ponte già costrutto.

I vagoni per il trasporto dei grandi ferri erano di una struttura speciale, imposta dalle curve molto strette e dalla grande pendenza che si elevava fino al 57 %.

I sopporti fissati ai vagoni erano mobili in senso verticale e orizzontale, i telai erano inclinati sugli assi ciò che obbligava a girare il vagone sul ponte per passare da un versante all'altro.

Questa linea provvisoria, quantunque l'esercizio non fosse mai interrotto nemmeno la notte, fu appena sufficiente ai bisogni del montaggio.

Le opere in muratura assorbirono 18 500 vagoni di pietre e 3 300 m. cubi, di beton secco.

Il beton era dosato e mescolato a secco in un riparto speciale del can-

tiere poi era trasportato con vagoni coperti ai luoghi d' impiego ove veniva immagazzinato e ripreso e bagnato a misura del bisogno.

Si evitò così il trasporto del beton liquido, molto difficile da realizzarsi su forti pendenze e si evitò anche il pericolo di prese intempestive conservando però i vantaggi della dosatura e mescolanza fatte in cantiere speciale.

La montatura della parte metallica dovette essere prima completamente eseguita per i tronchi di viadotto sui versanti della vallata perchè il montaggio della travata centrale non si poteva fare che per camminamento coll'aiuto di gru circolanti sui tronchi già costrutti.

I piloni furono costrutti per mezzo di impalcature centrali portanti alla sommità delle gru a volata girevole. Siccome queste impalcature erano molto meno stabili delle pile che servivano a montare, non si potè per le pile più alte portarle all'altezza voluta in una sola volta, si dovette dar loro un'altezza superiore di soli 2 o 3 piani alla parte metallica e quando questa raggiungeva il piano più alto dell'impalcatura, quest'ultima veniva rialzata di nuovo e l'apparecchio di sollevamento veniva montato ancora sul piano più elevato.

La travata metallica fu costruita in posto impiegando per le due travate estreme un impalcatura di servizio riposante sul suolo e per le travate intermedie con delle passerelle metalliche che si montavano sul suolo e che venivano alzate a opera finita in un sol pezzo per mezzo di argani che le posavano su mensole fissate alle pile corrispondenti.

La travata centrale invece fu costruita in falso contemporaneamente all'arco, lavoro che potè essere eseguito molto semplicemente, grazie alle disposizioni adottate.

La montatura delle grandi pile centrali non richiedette alcun artificio speciale malgrado la differenza di livello rilevante esistente alla base. Una stabilità sufficiente era assicurata dalla barra 1 (fig. 4 tav. 37) fissata solidamente alla sua estremità. Quando la travata del ponte arrivò a questa pila si assicurò la rigidità necessaria al ponte coll'aggiunta delle sbarre LE, E (1) e E (2). Tutto il ponte si trovò così legato dalla trave continua CE al punto C della pila di amarramento, ciò che gli permetteva di resistere agli sforzi longitudinali.

Il punto d'appoggio C era inoltre amarrato al suolo per mezzo di un sistema di gomene a tensione regolabile per mezzo di torchi idraulici (fig. 3 tav. 37). L' estremità di queste gomene erano fissate a placche di fondazione annegate in pozzi scavati nella roccia della vallata.

Col ponte così rinforzato si potè montare la travata centrale in falso fino al primo sopporto sull'arco. Nello stesso tempo si costruiva pure l'arco

a sbalzo. La manovra dei ferri era fatta da gru scorrevoli che si avanzavano sulla piattaforma superiore, appena era costruita.

Il punto d'attacco dell'arco col primo sopporto fu legato all'appoggio E con un sistema di legami obliqui a tensione regolabile che permisero di impedire la flessione dovuta al peso proprio delle parti disposte a sbalzo. Si potè in seguito continuare la costruzione per camminamento fino all'imposta dell'arco.

Tre gruppi di presse idrauliche stabilite alla parte inferiore delle imposte e alla sommità dell' arco servirono a compensare le deformazioni elastiche dovute al peso proprio della costruzione e alle dilatazioni. Questa disposizione permise inoltre di determinare direttamente in ogni istante la reazione all'imposta per mezzo della pressione dell'acqua nella pressa.

Se si fa un confronto dei procedimenti usati per il viadotto di Müngsten con quelli per il viadotto di Garabit in Francia, si vede che tanto i principi fondamentali che servirono a progettare l'opera, come i metodi di costruzione furono molto diversi nei due casi,

La caratteristica del metodo usato a Garabit è la semplicità dei mezzi adoperati, mentre i progressi realizzati nell'arte della costruzione permisero di impiegare per il viadotto di Müngsten dei processi più complicati e più studiati allo scopo di ottenere la massima rapidità di esecuzione.

La montatura delle grandi pile in Francia fu condotta a termine per mezzo di semplici capre stabilite sulla parte già costrutta ed assicurate alla meglio con corde, mentre qui per le pile vedemmo si dovette ricorrere alla costruzione di pile di servizio di legno di un' importanza comparabile a quella delle pile metalliche stesse.

La montatura delle travate ha richiesto a Müngsten delle passerelle di servizio di ferro che erano esse stesse delle vere opere d'arte, mentre a Garabit si usò il processo ordinario di varamento.

La costruzione dell'arco si presentava in condizioni migliori a Müngsten che a Garabit in ragione dell'incastramento alle imposte. Occorre notare però la necessità che si ebbe a Müngsten di intercalare nella struttura stessa del ponte degli apparati idraulici compensatori delle deformazioni, mentre coll'arco a rotelle di Garabit tali spostamenti si ottennero in modo molto più semplice.

L'esecuzione della parte metallica fu cominciata nella primavera del 1895, la montatura della travata centrale cominciò nel luglio del 1896 e il viadotto terminato potè dar passaggio al primo treno il 3 luglio 1897.

Questa rapidità di esecuzione è degna di nota tanto più che la montatura dell'arco fu fatta in pieno inverno e parecchie volte contrariato da venti violenti.

Nei primi giorni del luglio 1897, il ponte fu sottoposto alle prove che

consisterono nel caricarlo su entrambi i binari con due treni merci composti ciascuno di tre locomotive attaccate immediatamente una dietro l'altra e precedute e seguite da 40 vagoni caricati.

Noi riportiamo quì il diagramma delle inflessioni subite dal ponte quando le locomotive dei due treni di prova occupavano il punto di mezzo della travata centrale (fig. 7 tav. 36).

Per facilitare la manutenzione della parte metallica, si impiantò una serie di apparati speciali, i quali permettono di visitare o verniciare di nuovo con agio tutti i pezzi che compongono il ponte. Queste disposizioni comprendono oltre le scale disposte nelle pile, quattro apparati mobili destinati, uno alla visita dell'arco, uno alla visita interna della travata metallica e due per la visita esterna della travata metallica.

Ogni apparato per la visita esterna della travata si compone (fig. 2 tav. 36) di due tralicci verticali, portati ognuno da un carrello mobile su rotaie fatte con ferri a U affacciati, fissati sotto le mensole che servono a prolungare la piattaforma del ponte a destra e a sinistra oltre le mezzerie delle travi principali.

Alla parte inferiore di questi tralicci sono articolate le due metà di una piattaforma che possono, disponendosi orizzontalmente, permettere la circolazione del personale sotto la travata metallica, e disponendosi verticalmente, permettono il passaggio dell'apparato in corrispondenza delle pile.

Per la visita della parte interna della travata si dispone (fig. 2 tav. 36) di un vagone portante su una piattaforma girevole, una scala a telescopio per mezzo della quale si possono raggiungere tutti i punti della travata.

L'apparato che serve alla visita dell'arco (fig. 8 tav. 36) consiste in una passerella sospesa con catene, manovrabili per mezzo di arganelli assicurati a due carrelli che corrono sulle rotaie già predisposte per l'apparato di visita della travata metallica. Si possono così molto più rapidamente e molto più comodamente che non coi mezzi ordinari eseguire tutti i lavori di manutenzione che esigono le opere di tal natura.

COMMEMORAZIONE

dell'Ing. Cav. ANTONIO CANTALUPI

(fatta al Collegio degli Ingegneri di Milano il 27 Novembre 1898)

Il numero dei fondatori di questo nostro Collegio va diradandosi; pochi ne restavano ancora e tra questi l'Ing. Cav. Antonio Cantalupi che appartenne alla schiera dei primi aderenti alla nostra istituzione; ora egli pure cessò di vivere nel passato Settembre, ed io adempio con animo dolente, all'incarico di ricordare presso Voi la memoria di chi fu certamente uno fra gli ottimi membri del nostro Collegio.

Antonio Cantalupi era nato a Treviglio nell'anno 1811, si dedicò agli studi dell'Ingegneria e conseguitone il diploma, entrò negli uffici delle Pubbliche costruzioni, e fu promosso Ingegnere Capo nell'anno 1862 nel Corpo Reale del Genio Civile che con nome cambiato, rappresentava quello delle pubbliche costruzioni. Da questi uffici Governativi passò nell'anno 1867 a quelli provinciali, e fu Ingegnere Capo nell'Ufficio Tecnico della Provincia di Bergamo e vi rimase parecchi anni abbandonando poi quel posto per ragioni di salute.

In questi di lui uffici seppe sempre ottenersi la stima ed il rispetto dei suoi capi, dei suoi pari, e dei suoi dipendenti mostrando un carattere fermo, indipendente, ma sempre informato all'osservanza dei propri doveri, della più assoluta giustizia in confronto a tutti e della più serena onestà. Molti furono i lavori pubblici ai quali attese, nel periodo di oltre trent'anni percorso negli uffici governativi e provinciali, e qui ne accennerò soltanto uno che gli valse ben meritati encomi, e cioè la ricostruzione di quella parte del ponte di legno sull'Adda a Lodi che gli Austriaci nella loro ritirata dopo la battaglia di Melegnano avevano distrutto. Agli eserciti alleati Italiano e Francese occorreva di poter inseguire il nemico il più presto possibile e l'Ing. Cantalupi al quale fu affidato tale urgente incarico coadiuvato dai suoi aiutanti di ufficio seppe in soli tre giorni, rilevare, deliberare e fare eseguire l'importante rinnovazione di quel ponte già in gran parte distrutto. Anche il progetto del Carcere Cellulare della nostra Città dopo la morte dell'Ing. Capo, Cav. Luca che ne era stato incaricato venne dal Cantalupi condotto lodevolmente a termine.

Ma dove l'attività e la chiarezza di mente dell'Ing. Cantalupi brillò di una luce vivissima, fu nelle sue numerose ed importanti pubblicazioni sopra argomenti scientifici e tecnici nella compilazione delle quali mostrò la più diligente penetrazione e l'acume eminentemente pratico del suo spirito. Fra le prime pubblicazioni evvi il *Manuale delle leggi regolamenti e discipline relative alla professione dell'Ingegnere ed Architetto Civile* pubblicato in due volumi nell'anno 1845. Questo manuale contiene tutte le leggi specialmente in vigore nel territorio lombardo che avevano allora relazione alla professione di Ingegnere e architetto Civile, che come si esprime il Cantalupi nella sua prefazione *trovavansi qua e là sparse nel Bollettino delle Leggi e degli atti ufficiali, marcando ben anche quelle anteriori alle pubblicazioni dello stesso bollettino che non furono mai derogate, non meno che le disposizioni della cessata direzione generale di acque e strade e dell'attuale direzione generale delle pubbliche costruzioni, non chè gli avvisi pubblicati dal Municipio di Milano.*

Una pubblicazione simile sotto le modeste apparenze di una raccolta di leggi dimostra uno spirito eminentemente pratico, giacchè il raccogliere tutti gli elementi legislativi riferibili alla nostra professione il primo dei quali risale all'anno 1577 riproducendo circa 220 estratti di leggi, e coordinandole tutte secondo le diverse categorie di strade - acque - fabbriche - stime di stabili - Igiene e sicurezza - Boschi e miniere - Studi e pratiche per essere ammesso all'esercizio della professione - richiedeva uno spirito analitico ed un criterio di scelta che non possono essere disgiunti da una intelligenza non comune. E quell'opera venne allora meritamente apprezzata come rilevasi dall'elenco stampato in calce alla prima edizione 1845 nel quale si trova riportato il nome dei sottoscrittori, ed il numero delle copie allora sottoscritte che fu di 650, e fra i sottoscrittori figura il nome della maggior parte degli ingegneri di Milano di quell'epoca. Ed a questa pubblicazione, nell'anno 1855 fece seguire un'appendice che raccoglie in un volume tutto quanto in forma di leggi o di ordinamenti o di prescrizioni municipali, o di decreti giudiziari era stato pubblicato dopo quella sua prima raccolta, appendice sommamente pregevole per ricchezza di notizie, e che completa utilmente la prima.

La natura di questa commemorazione non mi permette di diffondermi sul valore scientifico e tecnico delle molte pubblicazioni fatte dall'Ing. Cantalupi, e quì mi limiterò ad accennare il titolo.

1. — Prospetto storico statistico delle strade di Lombardia mantenute dallo Stato.
2. — Manuale delle leggi, regolamenti e discipline relative alla professione dell'Ingegnere ed Architetto Civile.
3. — Nozioni pratiche intorno alle consegne, riconsegne e bilanci dei beni stabili secondo i diversi metodi adottati in Lombardia.

4. — Trattato di livellazione topografica e di altimetria.
5. — Trattato pratico di architettura stradale.
6. — Raccolta di tavole e formole ad uso degli Ingegneri.
7. — La scienza e la pratica per la stima delle proprietà stabili.
8. — Le strade ferrate considerate nei rapporti tecnici amministrativi e commerciali.
9. — Istituzioni pratiche elementari sull'arte di costruire le fabbriche civili.
10. — Trattato completo di agrimensura.
11. — Portafoglio dell'Ingegnere.
12. — Manuale ad uso degli Ingegneri incaricati della compilazione dei progetti per le strade comunali, fatto per incarico del Ministero dei Lavori Pubblici.
13. — Trattato elementare di costruzione delle strade ferrate.
14. — Le costruzioni rurali, trattato di architettura pratica, premiato con menzione onorevole all'Esposizione Internazionale di Bruxelles 1876.
15. — I lavori per la costruzione del Carcere Cellulare di Milano.
16. — Norme pratiche per la costruzione dei tramways.
17. — Capitolato d'oneri ed elenchi dei prezzi delle opere architettoniche e stradali.
18. — Manuale pratico per la costruzione dei molini da macina.
19. — La costruzione dei ponti e viadotti.
20. — La Costruzione dei Canali navigabili.
21. — Della costruzione dei Canali di fognatura.
22. — Igiene della città; dell'acqua potabile.
23. — I nuovi sistemi di costruzione degli ospedali in relazione ai precetti d'igiene.

E fra tutte queste opere taluna delle quali molto voluminosa, mi piace ricordare la *Raccolta delle tavole e formole ad uso degli Ingegneri*, opera molto utile ed interessante e scritta con vasto corredo di nozioni scientifiche, che preludiò quelle raccolte simili che vennero poi compilate da distinti nostri ingegneri, aumentate con quel contingente scientifico necessario, portato dal nuovo indirizzo degli studi del nostro Istituto Tecnico Superiore; oltre tali pubblicazioni tutte dal più al meno importanti ed interessanti, e tutte giustamente apprezzate, l'Ing. Cantaluppi pubblicò 34 altre memorie ed opuscoli il di cui elenco venne dal medesimo comunicato a questo nostro Collegio con lettera 1.° aprile 1891. Egli fu anche assiduo collaboratore dei giornali o riviste mensili: *L'Ingegnere architetto* — *Il Politecnico* — *Il Costruttore* — *L'Ingegnere sanitario di Torino* — *Le strade di Torino.*

In tutti questi lavori l'Ing. Cantaluppi dimostrò la più sicura valentia nei suoi giudizi e la più estesa cognizione degli argomenti che trattava. E questi gli valsero la grande stima di cui era circondato il di lui nome, tra gli amici, tra i colleghi, e tra gli estranei, e gli valse anche una pubblica onorificenza che avrebbe potuto sicuramente essere maggiore.

Fu l'Ing. Cantaluppi severo osservatore della disciplina alle leggi ed a questa, come sottoponeva le proprie azioni, voleva che fossero unifor-

mate anche quelle dei propri dipendenti predicando così coll'esempio quella costante assiduità che egli reputava necessaria in tutte le azioni, e che desiderava trovare negli altri.

Abbandonati gli uffici pubblici per ragioni di salute, si ritrasse a vivere colla propria famiglia composta della moglie e del figlio Ing. Cav. Carlo, di altro figlio ragioniere e dalla figlia maritata Gherardini, e nell'anno 1891 ebbe a sopportare la grave perdita della moglie. Molta parte dell'anno passava nella quiete della campagna sempre dedito ai propri studi, sempre infaticabile e sempre sereno di mente, come colui che ha la coscienza di aver sempre compiuto il proprio dovere.

Nell'anno 1896 fu colpito da grave polmonite della quale guarì ma che ne indebolì però la fibra già certamente non vigorosa per il numero degli anni e per ritrovare aure più propizie alla salute si ritrasse a respirare quelle del mite clima di Pallanza ed a godere di quel riposo al quale aveva diritto grandissimo; ma nell'agosto passato le di lui condizioni si aggravarono, e fece ritorno a Milano ove morì nel giorno 27 Settembre ultimo. Al di lui funerale intervennero una rappresentanza del Collegio e parecchi di lui antichi colleghi d'ufficio memori delle brillanti doti che lo rendevano oggetto di stima e di simpatia.

Colla morte dell'Ing. Cantaluppi è sparita una integrità di carattere, ed una fibra di lavoratore instancabile, intelligente, quale è difficile trovarlo al giorno d'oggi, in cui le gare per la vita, le cure e le preoccupazioni politiche distolgono le menti di molti, da quella intensità assidua di lavoro, utile ed onesto che rende tanto stimato chi può darne l'esempio.

Ricordando con queste modeste parole, la vita di un uomo spesa interamente nell'esercizio della sua professione, nello studio volontario di quanto vi era attinente, io lo addito a tutti come utile esempio da seguire e volgo un saluto di stima e di amicizia al di lui spirito immortale.

Ing. ALESSANDRO PESTALOZZA.

LA TRAZIONE ELETTRICA

SULLE STRADE FERRATE (1).

(Continuaz. vedi pag. 567).

67. Questo lavoro non avrebbe utilità pratica se terminandolo noi non esaminassimo la prima questione che si presenta quando si propone un tale problema.

Quanto costa la trasformazione elettrica di una rete di strada ferrata?

Che risultati economici darà il suo esercizio rispetto a quelli ottenuti col sistema attuale?

È quello che noi andremo ora esaminando il più fedelmente possibile.

68. *Spese di primo impianto.* — Questa questione avrebbe assai meno importanza se le strade ferrate non fossero già costruite, basterebbe fare un preventivo nelle due ipotesi ed esaminare quello che condurrà al minimo di spesa.

In un simile caso la trazione elettrica si trova in condizioni migliori e ben sovente essa è vantaggiosa sotto questo rapporto. Ma tale non è il caso.

La maggior parte delle strade ferrate, almeno in Europa, a quest'ora è già costrutta e tutte le spese occorrenti alla trasformazione sarebbero delle spese supplementari delle quali occorre ricuperare l'interesse e l'ammortamento sia per mezzo dell'aumento delle entrate sia per mezzo della diminuzione delle spese di esercizio, per trovare un vantaggio finanziario nella trasformazione.

Queste spese di trasformazione saranno evidentemente considerevoli, però esse non hanno l'importanza che si è tentati di attribuir loro di primo acchito.

Esse comprendono principalmente:

1. L'impianto della linea primaria e secondaria nonchè i loro accessori,
2. L'impianto delle sottostazioni.
3. L'impianto delle stazioni centrali.
4. Le spese per il materiale rotabile.

69. ***Linea primaria e secondaria.*** — Come abbiamo già visto le spese di primo impianto della linea di presa della corrente varieranno da L. 10 000 a L. 25 000 secondo il numero delle vie e l'importanza dei conduttori.

Si può ammettere come media la cifra di L. 20 000. D'altra parte supponendo la linea primaria formata da una rete continua di una sezione

(1) Memoria pubblicata dal Sig. E. De Marchena nel « *Bulletin des Ingénieurs Civils de France.* »

media di 90 a 100 mmq. la spesa per questa non supererà in media le L. 2000 al chilometro.

70. *Sottostazioni.* — Vedemmo che le sottostazioni potevano essere situate a distanze di 30 Km. e che dovrebbero essere disposte di preferenza alle diramazioni in modo da servire un'estensione di rete la più considerevole possibile.

In certe condizioni, tenendo conto delle parti di rete alimentate direttamente dalle stazioni centrali si potrà ammettere che ogni sottostazione servirà in media per 45 Km. di rete.

In quanto alla potenza da dare a ciascuna sotto stazione si sarà in buone condizioni sceglendola eguale al doppio della potenza assorbita dai treni più pesanti circolanti sulla linea e questa potenza così determinata sarà in generale quattro o cinque volte maggiore della potenza media richiesta sulla rete.

Si può per esempio fissare questa potenza in marcia normale a una media di 1000 Kilowatt per ogni sottostazione e dedurne l'importanza della spesa ch'esse richiederanno quando sieno stabilite nei diversi modi che noi abbiamo esaminato.

Nel caso delle sotto stazioni con trasformatori fissi e trasformatori rotativi la spesa totale d'impianto sarà di L. 180 a 200 per Kilowatt di potenza cioè un totale di 180 a 200 000 lire. Nel caso di impiego di trasformatori statici per motori a correnti trifase la spesa non eccede le L. 45 per Kilowatt installato ossia un totale di L. 45 000.

Queste spese rapportate al chilometro di linea danno i risultati seguenti: nel primo caso L. 4000 al chilometro, nel secondo caso L. 1000 al chilometro.

71. *Stazioni generatrici.* — Si sarà in condizioni abbastanza larghe disponendo queste stazioni centrali capaci di dare due volte e mezza il lavoro medio ch'esse devono fornire in via normale alla parte di rete che servono.

Le spese di primo impianto per queste stazioni a vapore si elevano a circa L. 500 per Kilowatt di potenza.

Per esempio si possono valutare come qui appresso le spese d'installazione di una stazione composta di 3 macchine da 1500 chilowatt.

3 unità da 1500 chilowatt accoppiate a macchine a vapore da 2000 cavalli compreso accessori, fondazioni e messa in opera	L.	1 050 000
14 caldaie da 250 mq.	»	280 000
pompe e tubi di alimentazione per le caldaie	»	25 000
fondazioni delle caldaie, condotti del fumo, camino .	»	65 000
tuberia generale e robinetteria	»	80 000
trasformatori ad alta tensione	»	150 000
quadri di distribuzione	»	50 000
accessori diversi e utensili	»	100 000
edifici, pozzo, serbatoi, canalizzazioni diverse e imprevisti		450 000
Totale . . .	L.	2 250 000

Cioè L. 500 per Kilowatt di potenza.

L'importanza della potenza da creare in queste stazioni per rapporto al numero dei chilometri d'estensione della rete dipende evidentemente dall'attività del traffico. Supponiamo per esempio che il numero dei treni-chilometro annuali raggiunga successivamente le cifre di 7000, 10 000 e di 15 000 per chilometro di linea, attribuiamo ai treni la stessa composizione media che risulta dalle statistiche della compagnia delle strade ferrate del Mezzodì di Francia. Questa composizione media pei treni viaggiatori ed i treni misti è di 10 vagoni pesanti al massimo 100 tonnellate e richiedenti uno sforzo medio di 450 a 500 Kg.

Per i treni merci la composizione è di 31 vagoni pesanti insieme circa 300 tonn. con uno sforzo di trazione medio non superiore a 900 oppure 1000 Kg.

L'importanza dei due traffici è press'a poco uguale, si potrà dunque prendere come sforzo medio di trazione per treno la cifra di 750 Kg. e saremo piuttosto al di sopra della realtà.

Il rendimento dalla stazione ai cerchioni delle ruote essendo superiore a 0, 60, ogni kilowatt-ora corrispondendo a circa 360 000 Kgm. la potenza per chilometro di strada da dare alle stazioni centrali sarà nei diversi casi:

1) $\frac{7000}{365 \times 24} \times \frac{750\,000}{360\,000} \times \frac{2,5}{0,6} = 7$ Kilowatt che rendono necessaria una spesa di L. 3500

2) $\frac{10\,000}{365 \times 24} \times \frac{750\,000}{360\,000} \times \frac{2,5}{0,6} = 10$ » » » » 5000

3) $\frac{15\,000}{365 \times 24} \times \frac{750\,000}{360\,000} \times \frac{2,5}{0,6} = 15$ » » » » 7500

72. *Materiale rotabile.* — Per valutare questa spesa si deve fare un ipotesi sul numero dei chilometri che percorre ogni anno una vettura elettrica e che sarà evidentemente molto superiore a quello delle locomotive a vapore.

Noi possiamo basarci per questo sulle numerose reti interurbane elettriche in esercizio in America che danno una media di 250 a 300 Km. per giorno e cioè 90 000 a 110 000 Km. all'anno.

Prendiamo la cifra 80 000 Km. e fissiamo in L. 40 000 il costo medio della locomotiva (di circa 500 HP). Le spese di materiale rotabile saranno dunque nei diversi casi:

1) $\frac{40\,000 \times 7000}{80\,000} =$ L. 3500

2) $\frac{40\,000 \times 10\,000}{80\,000} =$ L. 5000

3) $\frac{40\,000 \times 15\,000}{80\,000} =$ » 7500.

Sommando le cifre ora esposte arriviamo a:

1)	Linea primaria			L. 2 000
	Linea secondaria			» 20 000
	Sottostazioni		L. 1000 a	» 4 000
			L. 23000 a	L. 26 000
2)	Stazione centrale .	L. 3500	L. 5000	L. 7500
	Materiale rotabile .	» 3500	» 5000	» 7500
		L. 7000	L. 10000	L. 15000 per

chilometro di linea.

Da questi risultati si vede che le spese totali di trasformazione di una rete intera di strada ferrata di parecchie migliaia di chilometri non supererà approssimativamente le 30 000 a 40 000 lire per chilometro secondo i casi.

Calcolando l'interesse e l'ammortamento di queste spese supplementari al 6 % all'anno il peso annuale risulta come appare dal seguente specchietto (1):

Traffico per chilometro di linea	Interesse e ammortamento annuale	Interesse e ammortamento per treno-chilometro
7000 treni Km. all'anno	L. 1800	L. 0, 257
10000 » » »	» 2100	» 0, 210
15000 » » »	» 2400	» 0, 160

Da questa tabella si vede l'influenza considerevole della frequenza e dell'intensità del traffico sull'importanza relativa del peso degli interessi e dell'ammortamento.

Ci sarebbe da dedurre le spese annuali che le Compagnie di Strade ferrate consacrano al rinnovamento del loro materiale di trazione e a tutto ciò che vi si riferisce.

Però noi non ne terremo conto e ammetteremo che le cifre esposte rappresentino le somme da ricuperare sia per mezzo di un aumento di entrate sia per mezzo di economie di esercizio perchè dal punto di vista economico vi sia interesse a sostituire la trazione elettrica alla trazione per mezzo della locomotiva a vapore.

73. *Confronto delle spese di esercizio.* — Facendo un paragone tra i pesi d'interesse e d'ammortamento che abbiamo determinato colle entrate per treno chilometro e colle spese totali di esercizio per treno chilometro ci accorgiamo subito ch'esse non hanno una grande importanza perchè

(1) Si capisce che queste cifre sarebbero molto ridotte quando si ammettesse un interesse minore e una durata di ammortamento più grande. Non si deve dimenticare che le grandi compagnie di strade ferrate possono farsi sovvenzionare con facilità al 3 % e ammortizzare in più di 50 anni.

non rappresentano che 5 % della prima cifra e 10 % della seconda, prendendo per base d'interesse e d'ammortamento la cifra 6 % che abbiamo supposta.

Essi saranno ancora diminuiti sensibilmente mano mano che l'interesse ammesso diminuirà e la durata di ammortamento verrà prolungata con una durata di ammortamento di cinquanta anni e un interesse del 3 % sarebbero ridotti a circa $^2/_3$.

Vediamo come si può compensare questa maggiore spesa. Esaminiamo prima gli aumenti di entrata. Non c'è nulla da sperare in quello che concerne il traffico delle merci il quale fornisce in generale il 50 a 60 % dell'entrata totale.

Ma non è la stessa cosa per quanto concerne il trasporto dei viaggiatori.

Già le migliorie che la trazione elettrica permetterebbe di portare al servizio dei trasporti a grande distanza possono far sperare un sensibile aumento nelle entrate per questa categoria di viaggiatori perchè sempre le facilitazioni hanno portato un aumento nel numero dei viaggi e le migliorie apportate dalla trazione elettrica saranno grandi tanto dal punto di vista dell'aumentata velocità come dal punto di vista del *comfort* per la soppressione del fumo, dello scarico del vapore e delle particelle di carbone.

Ma sopratutto è il traffico locale a piccola distanza che fornirà il di più di entrata richiesta, questo servizio potrà effettuarsi molto meglio di quello che si fa ora, grazie alla facilità di meglio proporzionare il numero delle partenze e di fare fermate più prossime tra loro e se si pensa che su parecchie reti il percorso medio dei viaggiatori non sorpassa i 40 a 50 Km. e che quindi i viaggiatori a piccola distanza entrano in grande proporzione nel totale delle entrate per i viaggiatori si vede che basta un debole aumento di questo traffico per compensare immediatamente il nuovo interesse e il nuovo ammortamento dovuti alla trasformazione della trazione perchè come vedemmo basta un aumento di circa 10 % nella cifra delle entrate viaggiatori.

(Continua).

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

Le strade ferrate d'America confrontate con quelle d'Europa *(Revue des Mines ecc.)*. — Togliamo le seguenti notizie da una lettura fatta all'Associazione degli Ingegneri usciti dalla scuola di Liegi dall'Ing. P. Pasquier, il quale segue attentamente da parecchi anni l'evoluzione dell'industria americana.

In tutto ciò che rende una strada ferrata sicura, rapida e comoda solo gli Stati Uniti possono seriamente disputare la supremazia all'Inghilterra. Tutti prendono come tipi i segnali ed altri accessori inglesi ma sono gli americani che ci diedero i freni automatici, i vagoni a letto e i carri ristorante.

Dieci anni fa non era possibile un confronto tra le velocità dei treni inglesi e americani, ma oggi quantunque la quantità dei treni rapidi inglesi sia maggiore la qualità dei treni rapidi americani è tale che gl'inglesi non possono uguagliarli.

Tra New-York e Filadelfia è ben vero corrono parecchi treni chiamaii *express* i quali però non fanno che 56,3 a 61 Km. all'ora, ma i grandi *express* sono più rapidi. La *Royal Blue Line* in 5 ore fa un tragitto di 367 Km. da New-York a Washington e in quelle cinque ore è compresa la traversata del porto di New-York in piroscafo. La *New Haven Railroad* impiega 5 ore a percorrere i 373 Km. che separano New-York da Boston. A questi due treni l'Inghilterra può opporre i suoi da Paddington a Torquay 354 Km. in 4 ore e 55 minuti da S. Pancras a Hellifield 372,5 Km. in 4 ore e 58 minuti, da King's Cross a Darlington 374,5 Km. in 4 ore e 41 minuti, da Carlisle a Aberdeen 386 Km. in 4 ore e 58 minuti, ma però vi sono tre treni americani che l'Inghilterra non può battere e sono:

1.° L'Atlantic City express della Reading Co. che andava l'anno scorso da Filadelfia a Atlantic City separate da una distanza di 91 Km. compresa la traversata del Delaware di 1609 metri che si doveva fare in ferry-steam-boat. L'orario segnava un'ora per il tragitto a cui occorre sottrarre gli 8 minuti spesi nella traversata. Sarebbero 52 minuti di tragitto in ferrovia, ma sempre le traversata richiede di più.

Una volta il treno per questa causa subì fino a 4 minuti di ritardo ma malgrado questo nei due mesi in cui durò il servizio arrivò 51 volte in anticipazione e una sola volta in orario.

Il tragitto di minor durata per questi 89,3 Km. richiese 46 minuti e $^3/_4$ il che significa una velocità di 114,56 Km. all'ora.

Il tempo massimo impiegato fu di 50 minuti che corrisponde a una velocità di 107,6 Km. all'ora.

Il treno inglese che si potrebbe contrapporre a questo sarebbe quello da Londra a Brighton. Brighton è sei volte più importante di Atlantic City e Londra quattro volte più di Filadelfia. Qui non c'è trasporto di passeggeri in ferry-boat, la distanza è di Km, 9,650 più breve e malgrado questo il più rapido *express* impiega

65 minuti per compiere questo tragitto. Il treno di Brighton deve è vero superare una livelletta del 1 °/₀ sopra 4 Km. ma però i 77 Km. che rimangono sono orizzontali e senza causa alcuna di ritardo mentre il treno americano di Atlantic City deve circolare con pendenza attraverso le strade di Camden e di Atlantic City. Come prezzo della corsa in Inghilterra si paga per tutto il tragitto L. 10, 60 e in America L. 5, 00.

Il peso del treno americano era di 200 tonn. senza la locomotiva il suo peso normale era però di 156 tonn. corrispondenti alle 15 vetture ordinarie del treno inglese.

2.° Il treno americano che fa il servizio tra Nuova York e Buffalo percorre 708 Km. in 8 ore e 1/4 con quattro arresti intermedi. Il peso del treno è di 175 tonn. equivalente a quello delle 11 vetture a 3 assi del treno inglese di Perth che impiega 9 ore per percorrere il tratto che separa King's Cross Station da Perth il quale però è Km. 2, 4 di più del tratto Buffalo-Nuova York. Dal punto di vista delle pendenze la linea americana ha dei vantaggi su quella inglese malgrado una livelletta del 1, 78 °/₀ su Km. 14, 5 la quale è superiore a quelle della linea di Perth. Ma le locomotive americane sono di una tale potenza che non rallentano sensibilmente sulle pendenze moderate.

Un treno speciale americano composto di locomotiva e tre carri bagagli sulla Erié Railroad percorse in 426 minuti un tratto di Km. 683,8 compresi 24 minuti di fermata ciò che corrisponde a una velocità media di Km. 96 all'ora.

Il tragitto enorme da Chicago a Denver 1619 Km si compie in 1059 minuti con una velocità media di Km. 92, 4. Le locomotive americane (è un ingegnere inglese che lo constatò) sia per la costruzione più elastica o per gli sforzi meglio equilibrati o sia per l'elasticità della via scorrono senza dubbio più dolcemente di quelle inglesi. Questo ingegnere potè, stando sulla piattaforma di una locomotiva americana che correva con una velocità variabile da 112 a 128 Km. scrivere senza difficoltà delle note che risultarono perfettamente leggibili.

Un altro treno americano straordinario è il Black Diamont express della Lehigh Valley Co. che serve la regione antracitosa della Pensilvania.

Tale treno che unisce Boston a New-York percorre 720 chilometri e il tempo fissato dall'orario con 11 fermate intermedie è di 9 ore e 38 minuti.

Esso deve superare tre altezze di 281, 347 e 536 metri. Delle misure fatte mostrarono che per guadagnare il tempo perduto in causa di ritardi tale treno correva con velocità variabili da 115, 8 a 128 chilometri.

In Inghilterra la Great Western che ha i migliori express inglesi impiega 87 minuti per percorrere la distanza di 123, 9 Km. che separano Swindon da Paddington e fino a 110 minuti se si fanno le fermate di Didcot e Reading. Ciò corrisponde a velocità medie di 85, 2 e 67, 2 Km. all'ora.

Confrontando il Black Diamond col Midland Express di Perth che percorrono entrambi un distretto carbonifero a intenso traffico e tenendo conto che la linea del Midland è più lunga ed ha 17 fermate invece di 11 si dovrebbe accordarle 41 minuti di più per il tragitto, invece il treno inglese si prende 2 ore.

Passiamo ora ai treni del Belgio.

Il treno Ostenda-Vienna express di lusso percorre 225 Km. in 3 ore e 12 minuti con velocità media di 70, 2 Km. all'ora.

La valigia delle Indie che parte da Ostenda alle 12, 12' ha una velocità di 64 Km. all'ora. Gli altri express hanno velocità che oscillano intorno ai 56 e 61 Km. Fanno eccezione i treni Bruxelles-Aus a 73 Km. e Ostenda-Bruxelles a 78, 6 Km.

Se si pensa che al concorso di automobili Etampes-Chartres e ritorno 100 Km.

si arrivò con cattivo tempo a percorrere 54 Km. all'ora non sarebbe troppo pretendere una velocità doppia dalle ferrovie del Belgio armate di binari Goliath del peso di Kg. 52 al metro che sono i più forti del mondo.

Altro vantaggio dei treni americani è la regolarità la quale invece lascia a desiderare in Inghilterra. Si dice che gli ingombri dovuti al traffico intenso sono la causa di questa irregolarità, ma ben guardando si vede che quantunque il numero dei treni sia maggiore sulle linee inglesi la quantità di merce trasportata è la stessa di quella delle linee americane. La questione è stata risolta in America coi vagoni di gran capacità, i vagoni americani non portano nè 10 nè 15 tonn. ma 30 e presto si adotteranno carri per 50 tonn. E a questo modo nel nuovo mondo si trasportano 10 000 tonn. di carbone con 6 o 7 treni mentre in Inghilterra lo stesso trasporto coi carri da 10-15 tonn. richiede 25 treni. Si aggiunga poi che quasi tutte le linee americane sono a semplice binario mentre in Inghilterra prevalgono le linee a doppio binario e per fissare le idee con delle cifre diremo che gli stati Uniti con 289 600 Km. di strada ferrata hanno meno chilometri di linea a doppio binario che l'Inghilterra che in tutto ha solo Km. 33, 790 di ferrovia. Ed è chiaro che la linea semplice offre più difficoltà, più fermate e rallentamenti di una linea a doppio binario.

In quanto al peso dei treni si può affermare che i treni americani pesano il 50 % più dei treni inglesi. Infatti il treno più pesante inglese pesa 270 tonn.; in media d'ordinario il peso dei treni inglesi varia da 120 a 150, raggiunge un massimo raro di 200 tonn. In America il treno di 270 tonn. è ancora un treno leggero. Il peso dei treni americani varia da 350 tonn. a 400 e si arriva fino alle 500, e si deve notare che tali treni corrono colla velocità di 80 chilometri all'ora e sono sempre in orario. In Inghilterra un treno da 500 tonn. è un treno di carbone.

La ragione per cui i treni americani malgrado le difficoltà di strada ed altre ancora maggiori sono puntuali sta nel fatto che le compagnie sono povere, devono lottare per vivere, la loro prosperità dipende dai loro affari e la concorrenza è tale che una compagnia non oserebbe mai affrontare la taccia di inesatta perchè sa che il pubblico tiene assai alla regolarità. In Inghilterra invece le compagnie impiegano locomotive incapaci di percorrere il loro tragitto nel tempo fissato.

A S. Louis ove convergono le linee di 22 Compagnie osservando tutte le partenze dei treni durante una notte si constatò che nessuna ruota di locomotiva scivolò sulle rotaie. E si deve notare che questi treni pesavano fino 400 tonn. e mai meno di 300 tonn.

In America la marcia di un treno è continuamente controllata da un ufficio centrale, mentre in Inghilterra il movimento dei treni è sorvegliato dagli operai addetti ai segnali i quali giudicano quando un treno arriva se sia il caso di arrestarlo in quel posto o di lasciarlo andare al prossimo incrocio.

Colla pratica americana si troverebbe per esempio a Euston un *capo di circolazione* il quale regola il movimento di tutti i treni della North Western fino a Rugby.

Sotto i suoi ordini egli ha un certo numero di assistenti intelligenti i quali sorvegliano ognuno sei treni. L'avanzamento di ogni treno è segnalato dal telegrafo ogni certo numero di miglia e notato su un quadro grafico che l'impiegato ha davanti a sè accanto all'orario normale.

Il movimento di tutti i treni è così figurato graficamente all'ufficio centrale e in caso di difficoltà il capo servizio il quale è certamente molto più intelligente

degli operai addetti ai segnali può dare gli ordini. Di più c'è il vantaggio che il direttore del servizio che è responsabile della marcia dei treni vede subito sui quadri grafici che certi ritardi allo stesso posto diventano cronici e può trovare subito i rimedi.

Dal punto di vista della manutenzione si può citare la *Pennsylvania*. Ogni anno la linea principale da Pittsburg a Jersey City di 725 Km. è ispezionata da un capo all'altro dagli ingegneri della società e l'operazione dura quattro giorni. Circa 200 persone erano occupate al lavoro e quattro treni speciali servivano allo scopo. Davanti la locomotiva c'era una vettura speciale e il treno era composto di vetture ristorante perchè il personale viaggiante potesse prendere i suoi pasti. Si percorrevano 28-32 Km. all'ora; il personale d'ispezione era diviso in parecchi gruppi, uno per le rotaie, l'altro per le traverse e *ballast* uno per le chiusure e fossati. Ogni membro aveva un disegno delle diverse sezioni della linea e un campanello elettrico avvisava il passaggio del vagone da una sezione all'altra ed ognuno notava le quote spettanti alla sezione. Al termine dell'operazione le quote furono sommate e premi di gran valor furono assegnati alle sezioni meglio tenute.

Altro punto interessante è l'organizzazione dei treni del sobborgo di Boston. Ogni quarto d'ora un treno parte per una stazione lontana circa 8 chilometri e s'arresta a tutte le stazioni intermedie. Qualche minuto più tardi parte un secondo treno che salta tutte le stazioni tra il 1.° e l'8.° chilometro e si ferma alla stazione tra l'8.° e il 16.° Km. Un terzo treno parte qualche minuto più tardi, va direttamente al 1.° Km. e serve tutte le stazioni intermedie tra il 16.° e il 24.° Km. Dopo un quarto d'ora comincia il ciclo ora visto. Il servizio funziona in un senso la mattina e nell'altro senso la sera.

Tocchiamo ora l'argomento più importante quello cioè dei vagoni di grande capacità. In Germania si comincia ad aumentare la capacità dei vagoni ed a facilitarne lo scarico con speciali disposizioni. Nel Belgio si dovrebbe non esitare un solo momento per ordinare almeno 500 vagoni da 30 tonn. per i carboni e i minerali.

Il confronto tra i grandi vagoni americani di acciaio da 50 tonn. e i vecchi vagoni da 30 tonn. di legno si può istituire come segue:

Vagone da 30 tonn. di legno.

Costo nuovo	L. 2 625,00
Interessi 15 anni al 6 %	» 2 362,50
Riparazioni L. 200 all'anno per 15 anni	» 3 000,00
Totale . . .	L. 7 987,50
Da raddopp. per 30 anni	L. 15 975,00

Vale a dire un costo di L 532,50 per anno di durata del vagone in legno oppure L. 17,75 per anno e per tonn. di capacità.

Vagone da 50 tonn. di acciaio.

Costo nuovo	L. 4050
Interesse 30 anni al 6 % .	» 7290
Riparazioni L. 100 all'anno per 30 anni	» 3000
Totale . . .	L. 14340
Costo vagoni in acciaio per 30 anni.	L. 14 340

Cioè un costo di L. 478 per anno di durata del vagone in acciaio ossia L. 9,55 per anno e per tonnellata di capacità.

La differenza in favore del vagone di acciaio è di L. 8,20 per tonn. e per anno cioè del 46,2 %.

L'economia di trazione risulta dai seguenti pesi comparati:

Il vagone di legno da 30 tonn. pesa 16,5 tonn. il vagone di acciaio da 50 tonn. pesa 17 tonn.

Per un treno da 1500 tonnellate:

50 vagoni di legno pesano	825 tonn.
30 vagoni d'acciaio »	510 »
Peso morto in meno	315 tonn.

Se si facesse il confronto coi vagoni del Belgio da 10 tonn. il vantaggio dei vagoni a grande portata aumenta ancora in grande misura. I risultati della trasformazione in America sono resi evidenti da una tariffa di trasporto che sarà minore di 0,888 centesimi per tonn.-chilometro per minerali trasportati su una linea di 217 chilom.

Per rimorchiare questi vagoni da 50 tonn. si costruì una locomotiva speciale la quale pesa 130 tonn. col tender. Ha cilindri del diametro di 559 mm., la corsa di 811 mm. e lavora ad una pressione di 14 atmosfere.

Occorre in Europa risvegliarci per combattere la concorrenza americana che già si fa sentire in tutti i rami industriali, macchine utensili, rotaie, costruzione di vetture, vagoni, locomotive ecc. Occorre studiare la questione dei trasporti prima che l'industria soffra una nuova crisi.

L'alluminio rivale del rame e dell'ottone per i conduttori di elettricità *(Electricien - The Aluminium Wordl New York).* — Il rame è a quest'ora utilizzato su larga scala come conduttore di elettricità in causa della sua conduttività, della sua resistenza alla corrosione, della facilità colla quale si lascia saldare, della sua grande malleabilità e della sua grande duttilità. Il suo uso per uso elettrico è oggi generale salvo che per la telegrafia che utilizza ancora il ferro dolce e l'ottone.

L'alluminio può essere vantaggiosamente utilizzato per tutti questi usi e questo articolo è scritto allo scopo di attirare l'attenzione sul suo valore in paragone al rame per gli usi elettrici.

Il rame ha la densità 8,93 (questa è la cifra ammessa dall'Associazione dei produttori degli Stati Uniti nel 1893) la sua conduttività è 100 quando è puro ma in generale è 98 e anche 97,61.

La sua resistenza alla rottura per tensione varia da 12 Kg. per mmq. allo stato di metallo puro dolce e ricotto a 47 Kg. per mmq. allo stato di barre laminate di metallo duro e serrato, il suo prezzo di vendita negli Stati Uniti in fili, corde e verghe usate come conduttori è di circa 160 franchi il quintale.

L'alluminio ha il peso specifico 2,63 il suo potere conduttore allo stato puro commercialmente è 63 la sua resistenza alla rottura per tensione allo stato di metallo tenero e puro in filo o in corde è di 19 Kg. per mmq. e di 29 Kg. allo stato di metallo puro e duro sia in fili sia in barre. Come prezzo si può avere oggi l'alluminio in verghe barre e fili del diametro di 2,5 mm. in Germania a L. 350 il quintale per grandi quantità.

Negli Stati Uniti si può avere l'alluminio in barre, nastri e in corde con fili del diametro di mm. 0,31 al prezzo di L. 330 al quintale. Questi prezzi sono speciali e inferiori a quelli regolarmente praticati per la vendita ordinaria dell'alluminio e non sono consentiti che per i soli conduttori di elettricità allo scopo

di estendere l uso di questo metallo per le applicazioni elettriche e per compensare con un prezzo minore l'inferiorità dal punto di vista della conduttività rispetto al rame.

Ciò premesso è evidente: che il volume del rame è $^{893}/_{262} = 3,332$ volte più grande che il volume dell'alluminio? che a pari volume l'alluminio costa 62 % del rame, che ammettendo 100 la conduttività del rame e 63 quella dell'alluminio per avere conduttori equivalenti per resistenza la sezione del conduttore d'alluminio dovrà essere 160 se 100 è quella del rame, che in causa della loro differenza di densità il peso di una stessa lunghezza di conduttore di alluminio di una sezione 160 non è che 48 % di quello di un conduttore di rame, che dal punto di vista del costo l'alluminio malgrado il suo costo unitario elevato è a pari condizioni elettriche più a buon mercato del rame come si può facilmente dimostrare con un semplice calcolo aritmetico.

In Francia si esige per i fili usati come conduttori elettrici una resistenza alla rottura di 22 Kg. per mmq. in Inghilterra e in America si esige press'a poco la stessa resistenza, ma si constatò che il carico dovuto alla neve sui fili non varia col loro diametro, come parrebbe, quindi non è vero che il filo di alluminio perchè ha sezione più grande di quello di rame sarà più caricato per effetto della neve. Il peso dei conduttori d'alluminio essendo il 48 % di quelli di rame è chiaro che si può usando simili fili distanziare di più i sostegni e gli isolatori che sono sempre una causa di disperdimento.

Trafilato convenientemente il filo di alluminio è pieghevole, resistente alla rottura per torsione e di facile arrotolamento senza pericolo di rottura come il filo di rame dolce. Però la pieghevolezza dei fili d'alluminio dipende molto dalla cura e dall'abilità impiegata nella fabbricazione

L'alluminio addizionato di un piccolo percento di sostanze straniere può fornire dei fili molto più resistenti alla rottura di quelli di metallo puro. In America si stanno facendo a questo proposito delle esperienze per determinare esattamente la lega che a pari resistenza elettrica offra la maggior resistenza alla trazione. Le esperienze fatte finora fanno sperare che si arriverà a una lega che potrà rivaleggiare col rame duro e col bronzo silicioso.

I conduttori di alluminio sono molto più resistenti di quelli di rame agli effetti della corrosione.

Il rame resiste bene in un mezzo secco ma sotto l'influenza dell'umidità presto si copre di uno strato verde di carbonato basico il quale ha esso stesso un potere corrosivo sul rame sottostante quindi non può fare da patina protettiva contro le ulteriori corrosioni.

L'ammoniaca ha un'azione dissolvente sul rame. E l'azione dell'ammoniaca si risente quando i fili di rame passano sopra un suolo trattato spesso colle acque ammoniacali. L'alluminio all'aria secca si comporta come il rame, all'aria umida si ricopre di ossido di alluminio assolutamente inoffensivo per il metallo sottostante e che fa da patina protettiva. L'ammoniaca attacca l'alluminio solo alla superficie formando una patina bruna che impedisce le ulteriori corrosioni.

L'alluminio resiste ancora meglio del rame ai gas solforosi che sfuggono dai camini delle locomotive

Messo al riparo dell'azione elettrogalvanica di un altro metallo elettronegativo l'alluminio è meno facilmente corroso del rame.

La difficoltà che s'incontra a saldarlo è la sola causa che mette l'alluminio al di sotto del rame. Ora si può saldarlo ma tale operazione è molto più difficile e lenta della saldatura del rame e il legame così ottenuto perde presto di resi-

stenza a causa dell'azione galvanica che si stabilisce tra l'alluminio e il metallo della saldatura.

In parecchi casi si può coprire l'alluminio di rame e allora la saldatura si fa sulla superficie di rame così ottenuta.

Si tentò di rimediare a questo difetto capitale per mezzo di giunti che sopprimono la saldatura e si hanno parecchi brevetti che corrispondono abbastanza soddisfacentemente.

Altro svantaggio che ritarda l'adozione, dell'alluminio è il maggior costo degli isolatori in causa della maggior sezione del filo adottato sezione che vedemmo è $^1/_3$ circa di più di quella del rame.

In certi casi quando la grossezza del conduttore per trasportare una data quantità di energia deve essere la minima l'impiego dell'alluminio deve essere abbandonato.

Pare però che un grande avvenire sia assicurato all'alluminio per la trasmissione dell'elettricità per mezzo di sbarrette specialmente per i trasporti ad alto potenziale, per le linee telefoniche e per le linee telegrafiche a rapida trasmissione.

L'alluminio è immediatamente dopo l'oro il metallo più malleabile, la sua duttilità è vicina a quella del rame, esso può ottenersi come il rame in masse uniformemente pure, però attualmente contiene ancora il 4, 50 % di impurità e nulla ci dice che non si possa col tempo ottenerlo assolutamente puro e chissà che allora come potere conduttore non possa rivaleggiare col rame sezione per sezione.

Il suo impiego per gli usi elettrici è da qualche tempo in continuo aumento. La prima applicazione su larga scala fu fatta alle cascate del Niagara nel 1895 e i risultati furono soddisfacentissimi.

Nel Chicago Stock-Yards un miglio di filo di alluminio numero 11 è stabilito da qualche tempo sopra un filo di rame che serve per una linea telefonica. Il filo di rame è già corroso per l'azione dei gas solforosi prodotti dalle locomotive il cui passaggio è frequente. La condotta di alluminio al contrario resiste molto meglio del rame alla corrosione quantunque sia posta nelle medesime sfavorevoli condizioni.

Se si ammette come esatta la teoria che vuole che il passaggio delle correnti alternanti di alto voltaggio e di grande frequenza si faccia solamente e principalmente alla superficie dei conduttori o nella vicinanza di essa superficie è evidente che l'impiego dell'alluminio è indicato per correnti di questa natura.

In quanto alle linee telefoniche sempre si riconobbe che una trasmissione buona ed energica per una distanza di 10 miglia è garantita da un filo di alluminio di sezione uguale a uno di rame ma nessun dato si ha per le lunghezze maggiori si può però supporre che un conduttore di alluminio a sezione 160 sarà equivalente a un conduttore di rame di sezione 100.

Prescindendo ora dalle applicazioni elettriche possiamo aggiungere che l'alluminio rimpiazza oggi l'ottone in parecchie applicazioni artistiche e gli articoli così fabbricati possono essere venduti al 10 % meno a superficie uguale.

In parecchie applicazioni elettriche l'alluminio vien sostituito all'ottone perchè l'alluminio commerciale contiene meno ferro dell'ottone e quindi è meno magnetico. Di più a pari sezione l'alluminio è miglior conduttore dell'ottone.

Quando in certe applicazioni occorresse una resistenza elettrica abbastanza forte, come nei pezzi che si muovono in un campo magnetico si può aggiungere all'alluminio dello zinco o altro metallo per diminuire la conduttività fino al punto che si desidera.

Trasporti elettrici di energia in California *(Electricien)*. — Passiamo in rassegna gli impianti fatti in meno di dieci anni in questa regione.

P. F. Morey fondatore della Willamette Falls Electric Company per il primo creò il primo trasporto di forza seguito ben presto dalla Portland General Electric Company che nel 1888 stabilì un trasporto di 1250 HP da Oregon City a Portland questa forza serviva esclusivamente all'illuminazione elettrica a incandescenza. Ma i trasporti di energia non furono per molto tempo riservati esclusivamente alla produzione della luce, si domandò loro anche di distribuire la forza motrice.

Nel 1894 J. B. Legget della Standard Consolidated Gold Mining Company di Bodié in California dopo molti esperimenti e parecchie discussioni stabilì un trasporto di 400 HP. a 12 miglia e mezzo di distanza che serviva tanto per l'illuminazione come per la forza motrice, per le macchine di macinazione ecc. con motori monofasici

Il vantaggio dell'impiego dell'alto potenziale fu riconosciuto nel 1893 dal professore C. G. Baldwin della S. Antonio Light and Power Company che stabilì un trasporto di forza a 30 miglia di distanza fino a S. Bernardino e un'altro a 14 miglia fino a Pomona impiegando per l'illuminazione la corrente a 10 000 volt. Tale installazione a quell'epoca fece rumore e la si considerò un'arditezza, oggi però i 10 000 volt sono sorpassati.

L'impianto di Bodié a motori monofasici non diede luogo ad inconvenienti al momento dell'impianto, ma si riconobbero poi i vantaggi dei motori polifasici e nel 1893 H. H. Sinclair della Redlaus Ligth and Power Company fece il primo impianto di trasporto di forza trifasico. H. P. Livermore e Alberto Calatin due anni dopo inauguravano il trasporto da Folsom a Sacramento di 400 cavalli a corrente trifasata a una distanza di 22 miglia.

Vedemmo l'impianto di 10 000 volt di S. Antonio considerato come meraviglia per quel tempo, ebbene Carlo Vanorden portò il potenziale a 16 000 volt nel suo trasporto da New Castle a Sacramento, Sinclair salì a 30 000 vol te la Southern California Power Company nel suo trasporto di 4000 HP. a Los Angelos raggiunse i 33 000 volt.

Da poco il trasporto di forza Pròvo Mercure della Telluride Power Transmission Company va a 40 000 volt e L. Nun trova il potenziale usato dalla sua compagnia non abbastanza elevato e costruisce per avvalorare la sua asserzione una linea sperimentale di due miglia per determinare il potenziale massimo utilizzabile ch'egli spera sarà maggiore di 120 000 volt!

BIBLIOGRAFIA

Les mines de l'Afrique du Sud. Transvaal, Rhodésie ecc. par ALBERT BORDEAUX Ingénieur civil des mines. — In 8.° gr. con 8 tavole Fr. 9. — Parigi, V^a. Ch. Dunod — 1898.

Fino a pochi anni sono in Europa si conoscevano le miniere dell'Africa meridionale quasi unicamente per la regione aurifera del Transvaal; quelle delle altre provincie erano, si può dire, affatto ignorate, e gli estesissimi campi d'oro di Lydenburg hanno solo da poco tempo rivelato una ricchezza immensa e fino allora non prevista; in Italia poi, più che altrove, difettano gli scritti relativi a quelle miniere; perciò la loro descrizione è veramente cosa nuova e di grande importanza per l'Europa, ma particolarmente per noi, e deve venire salutata con piacere.

Ora questa descrizione è stata intrapresa dall'ingegnere delle miniere Alberto Bordeaux, il quale avendovi soggiornato per ben tre anni, ha avuto campo di acquistare una conoscenza completa di quelle miniere; cosicchè il libro da noi annunciato, porta un contributo non indifferente allo studio delle ricchezze di quella parte del Continente Nero, che giustamente ha attırato l'attenzione e i capitali dei primi industriali dell'Europa. Anzi da questo punto di vista il libro dell'Ing. Bordeaux, ha un'importanza considerevole, poichè ormai è entrato nella convinzione di tutti coloro che conoscono l'Africa meridionale, che le miniere del Rand sono di grande valore e di una coltivazione economica, perchè durevole, regolare e ricca assai, tanto da costituire un affare industriale di primo ordine, da stare alla pari colle miniere di carbon fossile d'Europa e di America.

Il libro dell'Ing. Bordeaux è diviso in tre parti, delle quali la prima, di gran lunga la più estesa, è consacrata alle miniere del Transvaal; nella seconda si descrivono le miniere di diamanti di Kimberley e finalmente nella terza quelle della Rodesia.

Prima di descrivere le miniere, l'Autore esamina lo stato attuale della industria montanistica nel Transvaal per rilevarne i difetti e proporne le opportune riforme; espone in seguito la geologia generale della regione, e così il lettore si trova ben preparato a seguirlo nella descrizione delle miniere nei vari distretti a cominciare dal Rand, indi Klerksdorp e Heidelberg, De Kaap, Komati, Lyndenburg, e Murchison Range. In ulteriori ca-

pitoli tratta della produzione di oro nel Transvaal; poi dei metodi di coltivazione e di estrazione; e da ultimo del trattamento delle fanghiglie o *schlämme.*

Dall' epoca in cui furono scoperte le miniere d' oro, i capitali affluirono nel Transvaal in modo tale, che verso la fine del 1897 vi si contavano già 218 Società montanistiche d'oro e di carbone fossile, le quali rappresentavano insieme un capitale nominale di un miliardo e 600 milioni di lire; in certi periodi la speculazione l'aveva financo più che raddoppiato, così p. es. nel 1895. E infatti anche per lo Stato, le miniere d'oro costituiscono la fonte principale delle sue risorse; il bilancio del 1896 raggiungeva la cifra di 112 milioni e 500 000 lire; somma considerevole per un piccolo Stato come questo; e perciò si riconosce l' importanza delle riforme proposte dall'Autore per proteggere e avvantaggiare questa industria.

Nel Rand i campi auriferi consistono in strati di conglomerati, i quali per verità si ritrovano anche in alcune delle altre provincie, non solo, ma nello Stato d'Orange e nel Paese dei Zulu; ma quelli del Rand si distinguono da tutti gli altri per la loro continuità, regolarità e ricchezza, cosicchè si possono ritenere unici, non solo nel Transvaal, ma nel mondo intero; non essendosi in alcun punto della terra ancora ritrovata una concentrazione tanto grande di oro sopra un' estensione così limitata. L'Autore passa in rivista tutti questi campi, dedicando a ciascuno di essi un paragrafo speciale. Dal suo studio risulta che l'oro non solo abbonda negli affioramenti, ma aumenta colla profondità, cosicchè i cunicoli di fondo si mantengono ricchi a profondità considerevoli, ed è prevedibile che si oltrepassino coi pozzi i 1500 metri raggiunti a Calumet e all' Hekla. Già i primitivi cunicoli sono in via di affondamento e i loro pozzi oltrepassano i 600 metri. La profondità complessiva dei pozzi eseguiti dalle Società è superiore a 10 Km. e costarono in media 2000 lire il metro; fra quattro o cinque anni quella cifra raggiungerà facilmente i 20 Km. e il costo per metro di profondità andrà diminuendo. La produzione dell'oro nel Rand è dunque destinata ad accrescersi notevolmente ancora durante molti anni, e raggiungerà certo un minimum di un mezzo miliardo l' anno.

Nei distretti di Klerksdorp e di Heidelberg i conglomerati auriferi formano la continuazione di quelli del Rand, ad onta delle lacune che si riscontrano, e si possono facilmente seguire attraverso alle altre formazioni prive del prezioso metallo. Tuttavia non sono da paragonarsi a quelle nè per estensione, nè per valore, e solo in punti determinati presentano le condizioni convenienti per una coltivazione rimuneratrice.

Nei distretti di De Kaap e di Komati l'oro esiste pure nei conglomerati, negli schisti e financo nelle arenarie e quarziti; ma l'impregnazione aurifera è sempre assai ristretta, secondo zone molto lunghe, ma di una larghezza che raramente è superiore ai 30 m. Le miniere coltivate sono numerose. Qui troviamo la più antica e la più celebre del Transvaal, quella denominata la Sheba: fu scoperta nel 1886 e in 9 anni, ossia fino al 1.° gennaio 1896 ha prodotto 300 000 once d'oro per 200 000 tonnellate

di minerale concassato; qualche volta ha reso perfino da 4 a 6 once per tonnellata. Le impregnazioni aurifere qui si presentano in colonna, una delle quali ha una grossezza variabile da 12 a 22 metri, ed una lunghezza da 80 a 120 metri. Le zone che si scavano lasciano dei vuoti grandissimi, uno dei maggiori raggiunge i 25000 mc. L'insieme dei vuoti nella Sheba oltrepassa i sei chilometri, di cui 1100 metri in trincea a cielo aperto e 1500 metro in pozzi. L'oro qui si trova dappertutto allo stato libero; i minerali danno inoltre dei resti piritosi in proporzione da 4 a 5 % contenenti da 7 a 8 once d'oro per tonnellata. La produzione totale d'oro dei campi di De Kaap al 1° gennaio 1896 era di 499 303 once.

I campi auriferi di De Kaap appartengono alla regione di Lydenburg, ma non hanno con quelli della medesima alcunchè di comune; l'oro vi si trova in strati affatto diversi e con giacitura tutta distinta. I campi di di Lydenburg sono quelli che per prima hanno attirato l'attenzione sul Transvaal per la presenza dell'oro in quantità conveniente per la coltivazione, e ciò fino dal 1868, ma più precisamente dal 1871 e nel 1872 vi affiuirono i primi cavatori. I campi auriferi hanno un'estensione di circa 100 chilometri in lunghezza, e da 3 a 10 chilometri in larghezza. Le miniere principali e più interessanti sono quelle di Pilgrim's Rest; poi vi sono ancora quelle di Mac Mac e di Spitzkop. La produzione annuale dei campi auriferi di Lydenburg da due anni raggiunge le 60 000 once; dal 1890 al 1896 non compreso hanno prodotto circa 240 000 once e complessivamente dall'origine fino al 1.° gennaio 1896 almeno 400 000 once.

L'Autore passa in seguito a descrivere singolarmente i campi auriferi del Murchison Range, (nel Zoutpansberg) che appartiene alla parte bassa del paese, dove generalmente regna la malaria; i più importanti di essi sono il Selati e il piccolo Letaba; poi ve ne sono altri secondari. In questa regione trovasi anche l'antimonio e il rame in quantità rimuneratrice per la coltivazione; si è pure rinvenuto del cinabro e dello stagno. Però la produzione dell'oro non sembra che sia tale da essere fonte di grandi guadagni; dal 1889 al 1896 si ricavarono 63771 once aventi un valore di 6 milioni circa di lire; i capitali impegnati invece sono però stati da 7 a 8 volte superiori; nel 1892 e nel 94 si ebbero 16 198 e rispettivamente 10611 once, ma negli anni successivi la quantità andò diminuendo, e nel 1896 non fu che di 5602 once.

Per avere un'idea approssimativa dell'importanza e dell'avvenire delle miniere d'oro del Transvaal, l'Autore in un capitolo speciale riporta i dati forniti dalla Camera delle Miniere della Repubblica dell'Africa meridionale relativi al mese di marzo del 1898. Noi ci limitiamo a riferire che la produzione complessiva è stata di 347 645 once; ossia 10 811 chilogrammi; il cui valore è di lire 30 435 600; il numero delle tonnellate di minerale trattato fu di 609 229; cosicchè il valore della tonnellata risulta quasi esattamente di 50 lire. Su queste basi la produzione annuale pel 1898 ascenderebbe a 360 milioni circa. L'Ing. Bordeaux crede che senza errare si possa ritenere di 400 milioni, a meno di casi imprevisti, e nel 1899, o nel

1900 di mezzo miliardo; produzione che nel seguito si manterrà costante o piuttosto potrà di nuovo accrescersi. La quantità d'oro da estrarsi ancora al Rand viene stimata superiore a 15 miliardi. Il Prof. Becker l'apprezza a 17 miliardi e mezzo.

Non seguiremo l'Ing. Bordeaux nel capitolo successivo dove descrive i varî sistemi di coltivazione e di trattamento dei minerali; poichè quelle operazioni sono in parte note per essere state già descritte da altri autori e per le analogie che hanno con quelle altrove in uso. Così pure per la medesima ragione, sorvoleremo il capitolo dove si parla del trattamento delle fanghiglie o *schlämme (slimes)*.

La seconda parte del libro dell'Ing. Bordeaux è destinata interamente alle miniere di diamanti di Kimberley; esse sono costituite da specie di camini, come tutte quelle scoperte nell'Africa meridionale, e sono veri crateri di vulcani estinti riempiti da una melma vulcanica. I diamanti si trovano appunto in questa specie di fango, e insieme ad essi si rinvengono molti altri cristalli, granato, piropo, zirconio, distenio ecc., la cui origine, come pei diamanti, l'Autore ascrive a delle intrusioni interne che le eruzioni vulcaniche hanno poi portate alla superficie.

I diamanti non si sono formati in luogo, poichè spesso si trovano spezzati, il che devesi probabilmente agli scricchiolamenti prodottisi nella roccia durante il raffreddamento; questa roccia, colla sua posizione inclinata, rivela la propria origine dalle parti profonde.

Nelle vicinanze di Kimberley si coltivano 5 miniere di diamanti, le altre più importanti dell'Africa meridionale sono in numero di 9; in quella di Jaegersfontein è stato trovato il più grosso diamante dell'Africa australe del peso di 969 carati (= 172, 48 gr.).

Dal 1871 alla fine del 1890 nel Kimberley si erano cavati 43 milioni di carati, ossia circa 7 tonnellate. Il totale attuale raggiunge quasi i 60 milioni di carati, il che rappresenta un valore di 2 miliardi circa. I dividendi annuali ripartiti prima del 1892 fra gli azionisti erano del 20 %; dopo salirono al 25 %.

Nella terza parte dell'opera che stiamo esaminando l'Autore premette un cenno storico delle condizioni politiche e amministrative della Rodesia, prendendo le mosse dal Sindacato inglese costituito da Cecil Rhodes nel 1888, dal quale poi ne è derivata la Compagnia inglese dell'Africa meridionale o Chartered Company, cui spettava il diritto assoluto ed esclusivo di ricercare, e coltivare i minerali e metalli di quella contrada dell'Africa. Questa parte del libro dell'Ing. Bordeaux è non solo interessante, ma anche dilettevole e gli avvenimenti cui accenna, sono ancora freschi nella nostra memoria, per l'epoca recente nella quale sono accaduti. La Compagnia una volta divenuta padrona del paese ha promulgato una legge, colla quale si riserba un diritto del 50 % sopra tutte le imprese montanistiche; ed è a questa sorgente che essa attinge le proprie risorse per l'esistenza del paese. Ad onta di questa tassa esorbitante le società montanistiche non mancarono, e nel 1895 troviamo già circa 100 000 concessioni. Oltre alle

miniere d'oro ve ne sono altre di carbone fossile, ma non sono ancora sufficientemente conosciute.

La formazione dominante del paese è il granito e il gneiss metamorfico; l'aspetto generale però di tutta la regione rivela l'esistenza di fenomeni di disintegrazione e di erosione assai pronunciati e intensivi. L'Autore descrive geologicamente il paese, poi passa a studiare i giacimenti auriferi nelle varie provincie di Manicaland, di Mashonaland e di Matabéléland.

La produzione d'oro del Charterland o Rodesia alla fine del 1896 fu di 6149 once; ciò non è troppo lusinghiero, ma l'Autore ritiene che le ricerche non sono ancora complete, anzi in molti luoghi mancanti, ed è di avviso che si debba trovare delle concentrazioni abbastanza ricche per meritare delle coltivazioni rimuneratrici. Il paese è mal studiato, i trasporti quasi impossibili; è necessario che vi si sviluppino le strade ferrate, le quali costituiranno il mezzo di colonizzazione più potente e più efficace, per mettere il paese in grado di rendere ciò di cui è suscettibile. Ora questo non potrà mancare, anche perchè le spese di costruzione non sono considerevoli, in quantochè il terreno non offre difficoltà particolari; sugli altipiani fu possibile collocare 1600 metri di binario in un giorno, senza speciale preparazione del suolo o lavori di qualche importanza; ciò dà un'idea delle condizioni topografiche del paese.

L'Ing. Bordeaux termina il suo libro con un capitolo speciale nel quale riporta la legge mineraria della Compagnia inglese dell'Africa meridionale.

L'opera è corredata di otto grandi tavole in cinque delle quali sono rappresentate le miniere d'oro del Witwaternand, di Klerksdorp e Heidelberg, di De Kaap, di Komati, di Charterland, di Lydenburg, e di Murchison Range. Le altre tavole danno alcune delle principali installazioni.

Con questa esposizione ci lusinghiamo di avere fatto conoscere, per quanto è possibile con un cenno bibliografico, l'opera dell'Ing. Bordeaux, tanto da invogliare a leggerla quelli dei nostri colleghi che si occupano specialmente di coltivazioni montanistiche, nonchè i molti industriali, ai quali nelle miniere dell'Africa meridionale si apre un vasto campo all'impiego rimunerativo dei loro capitali.

Teramo, novembre 1898.

GAETANO CRUGNOLA.

Tipografia e Litografia degli Ingegneri. Ing. C. SALDINI, Gerente.

Redazione ed Amministrazione, Via Unione, 9 — **MILANO.**

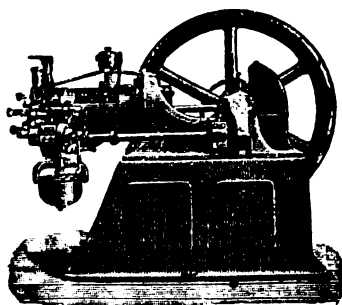
LANGEN & WOLF

FABBRICA ITALIANA DEI MOTORI A GAS "OTTO"

MILANO

Fornitrice del R. Governo — Università — Istituti Scientifici — Panifici Militari — Manifatture Tabacchi — Uffici telegrafici — Stabilimenti Pubblici

42 000 Motori "Otto" in attività
200 Medaglie — 45 Diplomi d'onore

30 anni
di
esclusiva specialità
nella costruzione
dei
MOTORI A GAS
"OTTO"

MINIMO CONSUMO

MASSIMA DURATA

COSTRUZIONE PERFETTA

Motori a gas "OTTO" orizzontali da 1/2 a 200 Cavalli.
Motori a gas "OTTO" verticali da 1/3 a 12 cavalli.
Motori a gas "OTTO" gemelli da 16 a 200 cavalli.
Motori a petrolio "OTTO" orizzontali e verticali.
Motori a benzina "OTTO" orizzontali.
Trasmissioni Americane. — Puleggie di ferro in due pezzi. — Impianti idraulici — Pompe. — Macchine da ghiaccio "Fixary".

GIUNTI A FRIZIONE PER TRASMISSIONI

Gasogeni ad antracite con motori "OTTO"

ENORME ECONOMIA IN CONFRONTO ALLE MACCHINE A VAPORE

STABILIMENTO IN MILANO — LORETO - FUORI PORTA VENEZIA

Filiale a ROMA — Via Nazionale, 112.
» » FIRENZE — Via Strozzi, 2bis.
» » NAPOLI — Rettifilo S. Giuseppe, 44-46.
» » TORINO — Via Roma, 4.
» » PARMA — Via Garibaldi, 87.

ANNO XLVI

IL POLITECNICO

GIORNALE

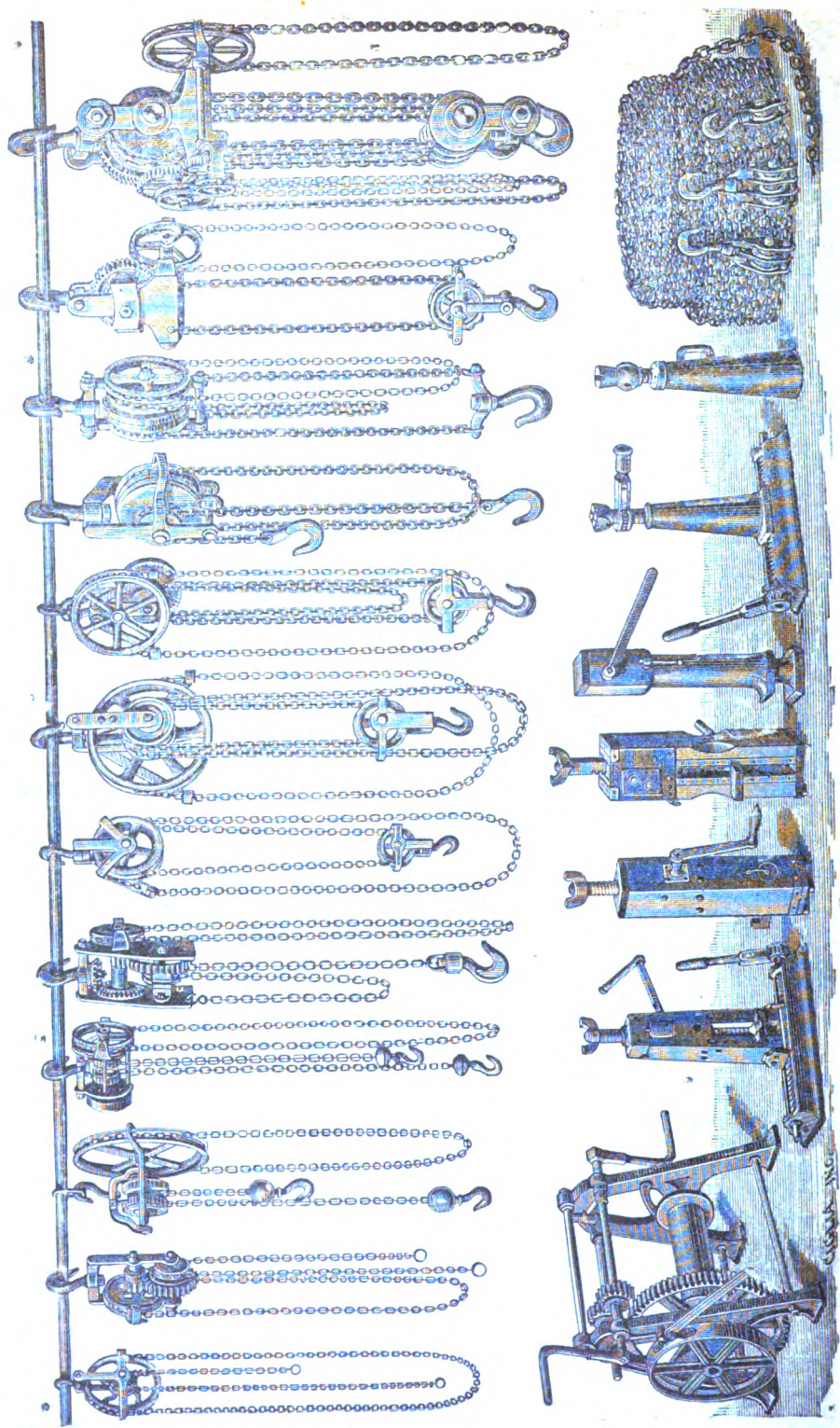
DELL' INGEGNERE ARCHITETTO CIVILE ED INDUSTRIALE

Novembre-Dicembre 1898

SOMMARIO.

Colle Tavole dalla 38 alla 45 e ventisei figure intercalate nel testo.

MILANO
Tipografia e Litografia degli Ingegneri
9 — Via Unione — 9
1898

SCHWARZ & C. – Piazza Raibetta, 1 – GENOVA
Paranchi d'ogni sistema e portata

L'INSEGNAMENTO DELLA TECNOLOGIA MECCANICA

NELLE SCUOLE PER GLI INGEGNERI.

La tecnologia si insegna da non molto tempo nei Politecnici stranieri ed in alcune delle nostre scuole per gli Ingegneri; è scienza affatto moderna nata collo specializzarsi di tutte le forme più svariate della attività industriale, e voluta dalla necessità di spiegare, coordinare razionalmente e divulgare tutti quei processi pratici e quelle idee tecniche e quelle formule che in passato restavano nel dominio di pochi, gelosamente nascoste, taciute in omaggio solo al più assoluto empirismo.

La tecnologia si può definire con molta concisione dicendo che comprende tutti i processi e tutti i mezzi che valgono a trasformare una determinata materia prima in un prodotto industriale. Non ha alcun limite in ciò e solo si arresta davanti alle manifestazioni dell'arte, alle creazioni di carattere individuale. La scoltura meccanica è tecnologia ma essa si ritrae però riverente dinnanzi al lavoro geniale dello scalpello, e così fa la oleografia dinnanzi alle opere magistrali del pennello.

Vasto è il campo della tecnologia anche se si pensa solo a quella parte di essa che ha carattere spiccatamente meccanico, e si fa astrazione cioè di quelle numerose e meravigliose applicazioni che la tecnologia chimica va mano mano portando a sussidio dell'Industria. Una distinzione netta fra le due grandi branche della tecnologia non è possibile e la si può solo stabilire col criterio della prevalenza di uno o dell' altro dei mezzi di lavorazione e cioè della trattazione meccanica in confronto di quella chimica. Nelle tecnologie chimiche occorre spesso il sussidio delle macchine ma queste non valgono a rappresentare il carattere essenziale delle singole tecnologie; la macchina in taluni casi ajuta nell' ottenimento di determinati effetti meccanici ma la essenza dei processi è prevalentemente chimica. Basta citare ad esempio alcune

fra le tecnologie chimiche, quali la fabbricazione dei concimi, quella dell'acido solforico, quella dei saponi, della birra, dello zucchero, del glucosio, della fecola, dei colori e via via. Nelle tecnologie che si dicono meccaniche prevale invece il lavoro della macchina e solo per qualcuna delle accessorie manipolazioni si ha il sussidio della chimica. Valgano ad esempio l' industria cartiera e le industrie grafiche, la preparazione di talune fibre tessili, la filatura stessa, il finimento dei tessuti, la sbianca, l'appretto, e la stamperia che si ascrivono appunto al novero delle tecnologie meccaniche.

Intorno a questo primo modo di classificazione si sono orientati tutti i programmi d'insegnamento dati nelle scuole Politecniche di Europa e degli Stati Uniti, ed anzi s' è fatto di più dappoichè fra le tecnologie aventi carattere spiccatamente meccanico se ne sono scelte talune fra quelle di maggiore importanza e su di esse si è imperniato tutto l' insegnamento della tecnologia meccanica.

Nel programma del Prof. Hörmann del Politecnico di Berlino, come in quello del Prof. Zemann di Stoccarda, del Prof. Escher di Zurigo, del Prof. Hoyer, stimatissimo insegnante di tecnologie al Politecnico di Monaco, del Lüdicke di Brunswich, del Lindner di Karlsrühe, dei riputatissimi Prof. Kick e Hartig dei Politecnici di Vienna e Dresda, dei Prof. Hermann, Krauss, Mikolaschek, Kraft, delle scuole politecniche di Acquisgrana, Darmstadt, Praga e Graz, è costantemente seguito l'istesso sistema di classificazione e d'insegnamento. Nei primi semestri la tecnologia dei metalli e del legno e nei successivi le tecnologie speciali delle fibre tessili, della carta e della macinazione. In talune scuole si aggiunge la tecnologia della lavorazione delle pietre e dei laterizi. E questi insegnamenti appajono basati sempre sull' esame metodico delle manipolazioni successive per le quali si fa passare la materia prima affine di trasformarla in un prodotto industriale e commerciabile.

Una nota nuova è stata portata dal Prof. Fischer del Politecnico di Hannover inquantochè egli ha creduto utile e necessario di far precedere alle lezioni di tecnologia speciale un corso di *tecnologia generale*, e non già nel senso dato ordinariamente a questa denominazione che è adoperata per distinguere la lavorazione dei metalli, e del legno, ma nel senso di considerare tutti i problemi tecnologici da un punto di vista generale, comprensivo, indipen-

dente affatto dalle esigenze peculiari di ciascuna lavorazione speciale.

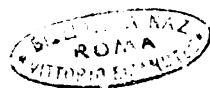
L'innovazione portata dal Fischer è, a primo aspetto, ardita e geniale assai. Egli astrae dalla macchina in se, dal suo scopo materiale, dal posto che essa occupa in una determinata successione di operazioni meccaniche; egli pensa solo al fenomeno fisico che in essa si compie, al fatto meccanico che in essa si realizza, all'effetto che da essa si ritrae. Non si preoccupa punto se il fatto fisico risultante spetta piuttosto all'industria tessile che ad un' altra qualsiasi.

Ed è con quest'ordine di idee che egli giunge ad una tecnologia di carattere speculativo, all' adozione di metodi assai originali come quelli che possono scaturire ad esempio dallo studio di tutti i mezzi tecnici par *vincere la gravità*, e per *modificare* comunque *le forze naturali* come *l'attrazione molecolare*, *l'adesione*, e *gli stati fisici* dei corpi, le *loro posizioni rispettive*. Ne conseguono classificazioni ed avvicinamenti assai curiosi come nel caso in cui si è portati a studiare i modi di riunire i corpi per aderenza, o per collegamento, chiodando, saldando, filando, tessendo, cucendo, non importa come e per quale scopo industriale.

E non meno curiose sono le altre categorie di studio e cioè quelle che riguardano il rendere più aperto un dato corpo od il renderlo più compatto. I corpi, egli dice, si possono aprire col calore, o meccanicamente, o colla diluizione, od anche si possono disgregare colla fusione, coll'elettricità. Reciprocamente si possono comprimere e condensare col raffreddamento, coll' asciugamento, colla evaporazione, colla compressione e via via. E per ultimo il cernere, il classificare, ed il mescolare sono i termini estremi d' uno stesso ordine di idee. La carda è un mezzo di classificare e cernere come lo è un filtro, come lo è uno svecciatore, e come lo è un separatore magnetico.

Tutto il libro del Fischer: « *Allgemeine Grundsätze und Mittel des Mechanischen Aufbereitens* » è dedicato allo svolgimento di un sifatto ordine di idee che tende a segnare indubbiamente un passo deciso verso un sistema nuovo di studio e d'investigazione dei fenomeni fisici che stanno a base della tecnologia meccanica.

Un cervello latino avrebbe difficilmente saputo dar corpo ad una sifatta concezione dei fatti tecnologici, ed è solo dallo spirito specu-

lativo, scientificamente metodico di un tedesco, che può essere lanciata una così singolare forma di studio della tecnologia generale.

La genesi di un sifatto modo di vedere si intende quando si pensi alla macchina come la si può filosoficamente discutere ed analizzare. La creazione di una macchina si può credere che passi per diversi e successivi stadî prima d'essere realizzata e cioè: un primo stadio nel quale si intravede lo schema geometrico dell'operazione meccanica che si vuol effettuare, si concepisce in germe l'effetto tecnologico che si vuol raggiungere; un secondo stadio quello in cui tutt'attorno a tale schema, a tale germe, si dispongono, si ordinano, si combinano fra loro i mezzi cinematici che devono saper produrre i movimenti voluti per le diverse parti della macchina nascente, e l'ultimo stadio quello in cui il costruttore si impossessa della concezione e la traduce in atto con tutte quelle cautele, norme e regole che caratterizzano la vera e propria fabbricazione della macchina. Se una invenzione potesse essere il risultato di un processo mentale così ordinato e metodico, ammetteremmo come modo di coltura tecnologica l'utilità di uno studio astratto quale quello proposto dal Prof. Fischer, ma siccome pensiamo che una concezione originale od una notevole innovazione meccanica sono sempre il prodotto d'una idea che nasce di getto e va soltanto affinandosi mano mano col sussidio della esperienza, così non possiamo ritenere vantaggioso il nuovo indirizzo di studio che alla tecnologia si vorrebbe dare.

In altre parole se noi si volesse e si potesse ragionare nel modo ch'io mi sono permesso di immaginare e che non deve essere molto lontano da quello seguito da moltissimi egregi colleghi di Germania, ne verrebbe certo la necessità di profondamente modificare l'insegnamento della tecnologia dato nelle nostre scuole. Ma fortunatamente così non è. Per i nostri cervelli e per le nostre scuole val meglio, a quanto ci sembra, di mirar dritto allo scopo senza l'impaccio di inutili divagazioni scientifiche che forse in apparenza daranno all'insegnamento un tono più elevato, ma che in sostanza si riducono, in materia di tecnologia, ad un elegantissimo ma superfluo filosofare.

Non disconosciamo però che un qualche ammaestramento derivi dal modo di vedere testè ricordato, in quanto siamo convinti che in

una scuola superiore non si deve in ogni caso fare della tecnologia a base di dettagliate descrizioni delle macchine adoperate nella pratica. Sarà forse tal metodo da seguire nelle scuole professionali di ordine inferiore, nelle quali si vogliono far conoscere materialmente agli allievi certe determinate disposizioni meccaniche, per ottenere che s' addestrino al loro maneggio, alla loro smontatura, rimontatura e riparazione, ma anche per tali casi dubitiamo dell' efficacia di tale modo d' insegnamento.

L' analisi della macchina che abbiamo fatto precedentemente ci deve solo persuadere che la parte più essenziale, la parte viva, l'anima diremmo quasi della macchina, è quella che si sa immaginare, divinare nel primo stadio della creazione. La buona realizzazione cinematica dei vari movimenti e la razionalità della costruzione, per quanto sieno condizioni importanti, spesso indispensabili, di successo, pure vengono in seconda linea, epperò sarebbe erroneo di arrestarsi sulle parti accessorie trascurando magari di mettere in luce, ed in evidenza, la essenza della macchina, il concetto su cui si impernia e lo scopo tecnologico che con essa si raggiunge.

Per queste considerazioni prediligiamo un modo di insegnamento che non discendendo fino alle forme apparenti della macchina e nemmeno soffermandosi di troppo sui congegni cinematici, sempre noti, in cui la si può scindere, miri a mettere in chiaro il concetto fondamentale su cui essa si basa.

Prediligiamo conseguentemente un metodo di esposizione che tracci nettamente l'obbiettivo, l' intento finale cui mirano non solo le singole macchine, ma le diverse tecnologie nel loro complesso, ed esamini il modo con cui normalmente si svolgono le successive operazioni cui si assoggetta la materia da lavorare, beninteso insistendo sulle peculiari attitudini di ciascuna macchina a compiere più o meno razionalmente le trasformazioni volute.

La lavorazione delle fibre tessili si presta, ad esempio, in singolar modo a questa forma di studio, in quanto invita l'insegnante a raggruppare dapprima tutte le caratteristiche fondamentali del processo tecnologico cui le fibre tessili si debbono assoggettare per trasformarle in filo, e naturalmente lo porta poi ad enunciare chiaramente lo scopo cui si mira, anche prescindendo dalle qualità speciali delle singole fibre, ed infine gli consente di analizzare con ordinata successione i sussidi che la meccanica ha dato per il migliore e più pratico svolgimento della lavorazione.

E similmente avviene per la lavorazione dei metalli, in quanto non riguarda le operazioni preliminari di fusione e di foggiatura, dappoichè appare preferibile per tale studio un modo d'indagine comprensiva, un modo di esame che non si arresti alle forme, ed alle dimensioni svariatissime di tutte le macchine utensili, mutevoli si può ben dire ad ogni mutar di forma dei pezzi da lavorare. Epperò è necessario di prescindere dalle forme apparenti delle macchine utensili, spesso ciclopiche e farraginose e tali da preoccupare dannosamente la mente di chi le studia, per concentrare l'osservazione sulla forma data o da darsi agli utensili effettivamente operatori, per rintracciarne le condizioni di miglior funzionamento, non dimenticando di rendersi conto dei problemi di carattere geometrico che in tutte le macchine utensili sono spesso brillantemente risolti a vantaggio della esattezza della lavorazione e della contemporaneità e molteplicità dei risultati che con questa lavorazione si vogliono ottenere su di un determinato pezzo.

L'insegnamento della tecnologia così inteso ha bisogno di essere completato con delle esercitazioni fatte nella scuola e nei laboratori, e con dei rilievi di carattere pratico fatti nelle officine. Non bisogna dimenticare che esso si rivolge a degli allievi ingegneri e che esso mira a farne dei professionisti colti destinati a dirigere degli opifici ed a costruirne di nuovi; a farne dei capitani per quelle legioni di operai il cui lavoro va diventando elemento di onore e di prosperità anche pel nostro paese.

Epperò l'insegnante di tecnologia in una scuola d' applicazione deve aggiungere alle lezioni da lui impartite col metodo suenunciato, una serie di esercitazioni aventi indirizzo forse meno alto ma più pratico e mirante a precisare, a racchiudere entro confini più limitati le nozioni speciali che riguardano ciascuna tecnologia. Ed allora egli deve spiegare ai suoi allievi quali sieno le condizioni generali, tecniche ed economiche nelle quali le singole industrie si devono svolgere, quali sono le aspirazioni che per esse si possono legittimamente avere, quali le norme più raccomandabili per lo studio d'un progetto d'impianto industriale, quali le migliori forme di fabbricato, e le migliori norme costruttive, quali le migliori organizzazioni pei vari servizi ed anche quali diagrammi devono di-

sciplinare la successione delle diverse manipolazioni occorrenti per ciascuna tecnologia.

E non si deve dimenticare di quanta utilità riescano per gli allievi non soltanto le semplici visite degli opifici, ma il soggiornare in essi parecchi giorni affine di fissare meglio l'attenzione sulle cose studiate in iscuola, sulle idee troppo generali ed astratte che il professore avrà esposte ed a cui importa di dar corpo mediante l'impressione viva delle macchine che si muovono, della materia che sotto agli occhi si trasforma.

Devesi per ultimo aver presente la efficacia scientifica e pratica dell'addestrare i giovani all'indagine, alla ricerca sperimentale. Una scuola per gli ingegneri industriali non può fare a meno di una serie di laboratori aventi carattere tecnologico. L'allievo deve poter rendersi conto delle attitudini possedute dalle diverse materie prime e dai relativi prodotti. Il laboratorio deve insegnar loro lo studio delle fibre tessili, dei filati e dei tessuti dal punto di vista delle loro proprietà fisiche e chimiche; deve insegnar loro ad esaminare le materie tutte che entrano nella composizione della carta e ad esaminar le qualità dei prodotti così come risultano per effetto delle diverse lavorazioni; deve dir loro come si analizzano fisicamente e chimicamente dei cereali, e come si può rendersi conto delle qualità peculiari delle farine e del pane.

Ed anche pei metalli non deve mancare la nozione di tutti i moderni mezzi di prova, non tanto dal punto di vista della rispettiva loro resistenza, come piuttosto da quello della loro composizione fisica e chimica.

Il giovane allievo deve uscire dalla scuola perfettamente agguerrito contro le difficoltà della pratica, almeno nel senso che nessuno dei mezzi di indagine e di prova gli riesca sconosciuto. E deve anche aver acquistata la maggior confidenza in questi mezzi, ed un certo spirito di iniziativa che lo porti a forme originali di studio e di indagine.

Quello che abbiamo esposto affrettatamente non è che un modesto modo di vedere riguardo all'insegnamento della Tecnologia Meccanica nelle Scuole per gli Ingegneri Industriali. È lontano da noi il pensiero d'aver voluto tracciare un programma in quanto sentiamo

la nostra grande inferiorità di fronte agli egregi tecnici che, come il Kick di Vienna, il Fischer di Hannover, l'Hoyer di Monaco, l'Hartig di Dresda ed altri molti, professano di Tecnologia con incontestata autorità nei Politecnici stranieri.

Abbiamo amato di dire il nostro pensiero spinti a ciò dall' affetto grandissimo che ci lega al Politecnico di Milano, all'illustre e compianto suo fondatore ed all' egregio uomo che oggi ne regge con mano valida le sorti. Saremo lieti d'aver anche solo provocato una utile discussione in argomento di tanta importanza per gli studi tecnologici e d'aver contribuito a far sì che nuova luce si faccia intorno ad essi e che un nuovo spirito di modernità li sollevi all'altezza cui hanno indubbiamente diritto di giungere.

Milano, 5 Dicembre 1898.

CESARE SALDINI.

RELAZIONE

DEGLI STUDI SULLA ESSICAZIONE DEI BOZZOLI

ESEGUITI NELL'ANNO 1898

MEDIANTE LA NUOVA STUFA A FUNZIONAMENTO CONTINUO

Sistema BIANCHI e DUBINI.

(Cont. vedi pag. 601).

Ora che abbiamo visto con quali apparecchi e quali mezzi furono eseguiti i molti esperimenti di essicazione fatti su larga scala nell'anno ora volgente, vediamo quali insegnamenti ne possano scaturire.

La stagione serica decorsa fu per la essicazione assai sfavorevole. Il raccolto si fece in generale in Lombardia in condizioni di eccezionale umidità nell'atmosfera. Difatti come è detto nel Bollettino dell'Agricoltura del 28 Luglio 1898 in un interessante studio dell'Ing. Francesco Clerici l'umidità dell'atmosfera nelle prime due decadi di Giugno, mentre fu nel 1897 del 52, 6 per cento, risultò nel 1898 del 69, 8 per cento, avendo toccato in alcune giornate perfino l'80-81 per cento.

Il periodo di allevamento, svoltosi in principio con una costante temperatura mite, fu susseguito da tempo più freddo, con frequenti pioggie, che nocque assai allo sviluppo dei gelsi e preparò un raccolto, di pochissimo rendimento specialmente pel filatore. I bozzoli risultarono molto pesanti ma non per maggior quantità di seta contenuta, bensì per un'eccessiva grossezza delle crisalidi, cosicchè alla essicazione, mentre in condizioni normali la perdita di umidità è da 65 a 66 per cento, quest'anno salì a 67 a 68 per cento e per alcune partite superò queste cifre.

L'effetto di questa differenza apparentemente piccola, aumentato da quello dell'aria molto umida che si mandava negli apparecchi, fu per l'esercizio degli essicatoi assai notevole, nel senso di uno straordinario aumento del tempo di essicazione e quindi di una forte diminuzione della produzione giornaliera.

Il timore di deteriorare una materia di tanto valore, deve far procedere con passo assai lento verso quel limite di temperatura oltre il quale non è prudente di andare. D'altra parte è evidente che si otterrà una essicazione tanto più spedita e completa quanto più si porteranno i bozzoli a temperatura elevata e prossima alla temperatura di ebollizione del-

l'acqua, la quale è il principale fra i liquidi contenuti nella crisalide. Per allontanare il più possibile il pericolo sopraccennato di un trattamento a temperature troppo alte, ed allo scopo di determinare praticamente la più alta temperatura conveniente alla essicazione noi abbiamo fin dal principio dei nostri studi adottato il sistema di partire da una temperatura che in nessun modo potesse essere dannosa anche nelle peggiori condizioni e risolvemmo di esperimentare di anno in anno qualche piccolo aumento di temperatura ma su grandi ammassi, cosicchè i risultati potessero dirsi applicabili a tutti i casi, a tutte le condizioni. Seguendo questo concetto abbiamo adottato nello scorso anno come massima la temperatura di 80°, centigradi, ma. pur eseguendo la essicazione a 75-80° centigradi per la maggior parte dell'ammasso, abbiamo eseguito su parecchi provini delle esperienze di essicazione con aria calda a 85-90 e 95° centigradi. L'ammasso essicato a 75-80° si presentò quest'anno in condizioni eccellenti per la filatura, rendite e svolgimento buonissimi e non mai inferiori a quelli forniti da bozzoli delle stesse partite e appositamente lasciati essicare colla stagionatura naturale. I provini essicati alle temperature fino 90 e 95° avendo lo scorso anno dato risultati pure soddisfacenti, ci incoraggiarono a tentare su scala più estesa nella decorsa stagione la essicazione di alcune partite a temperature appunto variabili fra questi due limiti. Ora stiamo eseguendo esperienze di confronto con bozzoli delle stesse partite essicate naturalmente e troviamo ancora che nessuna differenza è avvertibile nello svolgimento e nelle proprietà della seta. Sempre notevole è poi il vantaggio che tutte le partite di bozzoli stagionati cogli essicatoi danno una seta molto più brillante e con una colorazione più intensa.

Non pochi competentissimi industriali ammettono che si possa spingere la temperatura di essicazione ai 100°, e ciò in base ad esperienze fatte. Da qualche isolata esperienza che abbiamo eseguito quest'anno con un piccolo essicatoio trasportabile, potremmo essere indotti ad ammettere anche noi come innocua questa temperatura e ci sembra che essa dovrebbe segnare il limite massimo al quale si dovrebbe spingersi.

È certo in ogni modo che se una temperatura di 100° potrà ammettersi negli essicatoi come massima, nel nostro essicatoio potrà accettarsi un tale limite con maggior fiducia perchè l'azione continua ed il riscaldamento graduale fanno sì che i bozzoli vengono in contatto coll'aria più calda a poco a poco e solo quando già sono portati ad un grado notevole di essicazione.

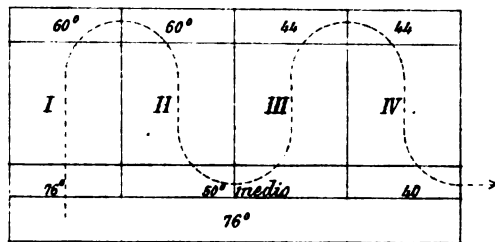
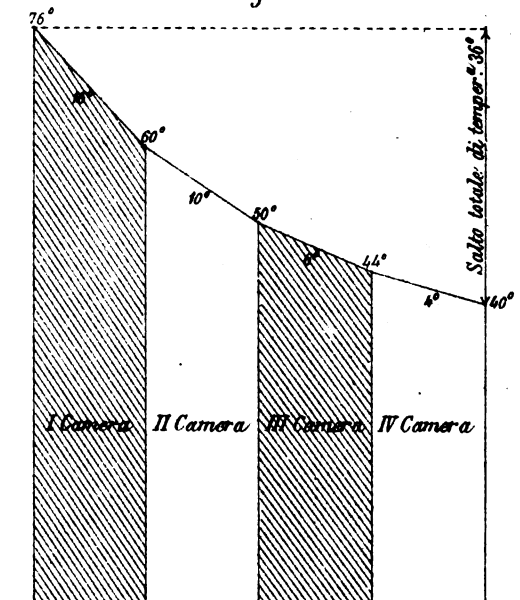
Nella decorsa stagione noi ci siamo limitati per prudenza ad una temperatura massima di 85-90° ma persuasi della influenza grande della temperatura elevata per diminuire il tempo di essicazione abbiamo rivolto le nostre ricerche allo svolgimento di un altro concetto non ancora sfruttato,

crediamo nel campo della essicazione dei bozzoli, il concetto cioè del rifornimento di calore all'aria mano mano che essa lo va perdendo. E per ben comprendere i vantaggi derivanti da questa nostra nuova applicazione è necessario premettere alcune osservazioni da noi fatte sugli essicatoi che funzionarono la decorsa stagione.

Osservando le temperature in basso e in alto di ciascuna camera quando il circuito di essicazione ha raggiunto il regime di temperatura si trova che la maggior perdita di calore avviene nella I camera, la più calda, e questa perdita va decrescendo nelle camera successive mano mano che si avvicinano alla più fredda.

Fig. 1

Fig. 2

Il fenomeno quale è constatato nei cassoni (schema fig. 1) è chiaramente rappresentato dal diagramma fig. 2 nel quale le ordinate rappresentano le temperature delle successive camere. La linea di collegamento dei punti rappresentanti le temperature osservate dà a un dipresso la legge del decrescimento di temperatura nel circuito delle 4 camere. La ragione del decrescimento più rapido nelle camere più calde non può trovarsi se non in una evaporazione che è più energica in queste e va mano mano diminuendo nelle camere più fredde perchè dimoranti da minor tempo nel circuito e quindi meno preparate. Il diagramma mostra anche un fatto che dà ragione della insufficienza della temperatura iniziale a 76° per un circuito di 4 camere. Il fatto è questo che le due camere 1 e 2 sono abbastanza attive per l'evaporazione, mentre le 3 e 4 sono inattive o quasi perchè in queste due camere l'aria non

perde che 5 gradi in media per ciascuna producendo un effetto minimo di evaporazione.

Innalzando la temperatura iniziale da 76° e 85-90° si otterrà un effetto utile molto maggiore che è dimostrato dal diagramma fig. 4 rappresentante la linea di temperatura corrispondente allo schema fig. 3 dedotto come il primo da misure dirette delle temperature nei cassoni a regime stabilito.

Il salto totale di temperatura che era nel primo caso di 36° giunge a 42° nel 2.° caso e ciò perchè essendo più alta la temperatura in tutto il circuito più sollecita è la evaporazione e più rapida quindi la diminuzione di temperatura. Lo stesso volume d'aria che col primo circuito dava l'essicazione in un dato tempo, col secondo la dà in un tempo minore, non solo perchè più alta è la sua temperatura durante tutta l'operazione, ma ancora perchè maggiore è la perdita o salto totale di calore che avviene percorrendo il circuito delle 4 camere, pur arrivando ad una temperatura finale più alta della precedente. Rimane però sempre il fatto della poca attività delle due ultime camere rispetto alle prime.

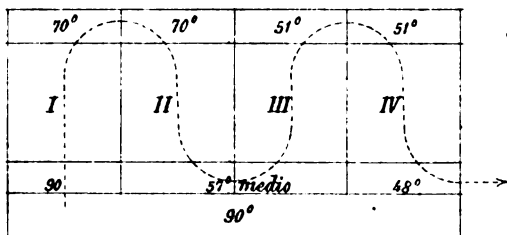
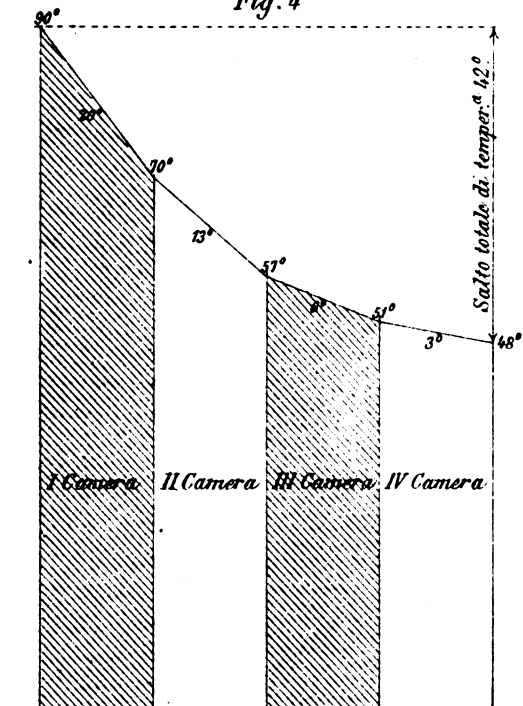



Fig. 3

Fig. 4

Il tentativo dunque di accelerare la essicazione coll'aumento della temperatura iniziale dell'aria non ci soddisfece, ma un'altra osservazione ci indusse ad esperimentare un riscaldamento più attivo ed è questa: che l'aria sortiva dall'ultima camera ancora molto secca.

Colla temperatura iniziale di 76° una bottiglia di acqua fresca posta

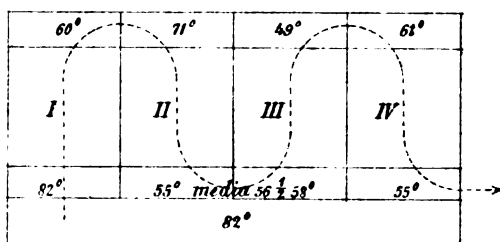
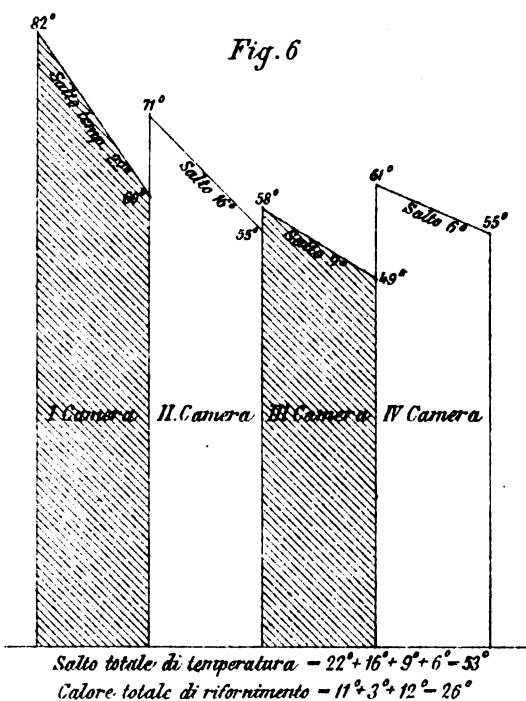
davanti alla bocca di uscita dell'aria dall'ultima camera, si appannava appena leggermente, colla temperatura di 90° iniziale ripetendo l'esperimento colla bottiglia di acqua fresca si rilevò un sensibile aumento del fenomeno di condensazione, ma non ancora tale quale si avrebbe ragione di aspettarsi da un' aria molto carica di umidità, ancorchè non satura, alla temperatura di 48°.

Fu in seguito a queste osservazioni che ci venne l' idea di distribuire nell'essicatojo in posizioni opportune, un sistema di riscaldamento capace di rifornire il calore all'aria, mano mano che andava perdendolo per effetto dell' evaporazione prodotta nelle camere di essicazione. Avendo già per l' applicazione del nostro sistema una caldaja a vapore, la cosa diventa assai facile mercè un adatto circuito di superfici riscaldate con vapore a pressione preso direttamente dalla caldaja, e, quando si consideri il grado sommo di regolabilità dei riscaldamenti a vapore, e la costanza assoluta delle temperature con essi prodotte quando siano razionalmente calcolati, si capisce subito come, ad onta della apparente complicazione dell' impianto, al quale pensa esclusivamente il costruttore, l'esercizio dell'essicatoio rimane semplice, nè più nè meno di quanto lo era quando questo circuito secondario di riscaldamento non esisteva.

Fig. 5

Fig. 6

Salto totale di temperatura = 22° + 16° + 9° + 6° = 53°
Calore totale di rifornimento = 11° + 3° + 12° = 26°

La deficienza del primo sistema essendosi manifestata nel corso della essicazione e non potendo interrompere lo esercizio degli essicatoi approfittammo della squisita gentilezza della Ditta

Sormani la quale, impiantando uno dei nostri essicatoi per solo esperimento nella sua filanda di Lonate Pozzuolo, acconsentì a che in questo essicatojo si esperimentassero anche le disposizioni di rifornimento di calore.

Lo schema, fig. 5, ed il relativo diagramma, fig. 6, ricavati dalle osservazioni dirette a Lonate Pozzuolo e confrontati con quelli ottenuti prima dell'applicazione del circuito rifornitore, mostrano la grande efficacia di questa innovazione.

Come si vede, nella prima camera la temperatura dell'aria, dalla iniziale di 82° quella cioè della camera distributrice inferiore, discende rapidamente a 60°. Passando dalla prima alla seconda camera, l'aria riceve calore dal circuito rifornitore e passa a 71° al disopra della seconda camera. Attraversando questa, discende a 55°. Riceve calore in piccola quantità dalla lamiera del fondo che essendo in contatto colla camera distributrice ha 82° di temperatura, e nella terza camera passa da 58° a 49°, riceve di nuovo calore dal circuito secondario passando a 61° sopra la camera 4.ª attraversando la quale scende a 55°. e così si scarica nell'atmosfera.

Dalla fig. 6, si vede che la linea delle temperature, pure rispettando nella sua media il concetto tipico dal nostro sistema di una temperatura più bassa nelle camere, mano mano che queste sono più lontane dalla sorgente d'aria calda, si mantiene però molto più alta di quella degli altri due diagramma con un effetto di evaporazione molto maggiore. Solo si osserva una anomalia fra la terza e la quarta camera essendo questa poco più calda della precedente, ma questa che è irregolarità, se si prende alla lettera il decrescimento graduale di temperatura e che non ha alcuna dannosa influenza, perchè tanto nell'una che nell'altra camera le temperature sono molto basse, è all'incontro di grandissima utilità per rendere uniforme l'essicazione come vedremo più oltre, facendo il bilancio delle temperature che i bozzoli ricevono per disotto, e quello delle temperature che essi ricevono superiormente per effetto delle inversioni metodiche delle correnti d'aria.

Il salto totale di temperatura, risulta nel diagramma, fig. 6 dalla somma dei 4 salti parziali verificatisi nelle 4 camere, e cioè:

$$22^\circ + 16^\circ + 9^\circ + 6^\circ = 53^\circ.$$

Questo numero è la miglior prova della opportunità del sistema.

Difatti dal diagramma, fig. 4, si rileva che con una temperatura iniziale di 90° l'aria perdette in totale solo 42° arrivando ad una temperatura finale molto bassa cioè 48°, mentre dal diagramma, fig. 6 risulta che con una temperatura iniziale di soli 82°, il salto di temperatura è di 53°, pur arrivando ad una temperatura finale molto più alta della prece-

dente e cioè a 55°, temperatura più conveniente perchè con essa l'aria può contenere una quantità molto maggiore di umidità, pur essendo egualmente distante dalla saturazione. L'esperimento della bottiglia di acqua fresca mostrò difatti una condensazione molto superiore che nei casi precedenti, e si osservò l'umidità raccogliersi in vere goccioline sulla superficie della bottiglia, mentre prima non si aveva che un leggiero appannamento.

Osservando il diagramma nella parte riferentesi alla camera I, si vede che esso segna un decrescimento di calore molto più rapido di quello che si riscontra nel diagramma dell'andamento a 90°.

Il salto di calore della camera I è di 22° nel circuito con rigenerazione. e di soli 20° nel circuito semplice a 90°.

Sembrerebbe questa una anomalia se non si pensasse che nel circuito a rigenerazione di calore, la preparazione nelle tre camere successive alla prima (1) è molto più energica nel suo complesso di quella del circuito a 90°, per cui anche la evaporazione risulta più energica per quanto la temperatura dell'aria che la produce sia minore. Naturalmente il salto di calore di 22°. che come quello di 20° del circuito a 90° era stato osservato appena raggiunto il regime nel riscaldamento nella prima camera, va mano mano decrescendo perchè quando i bozzoli sono completamente secchi non vi sarebbe più ragione di esistere alcun salto di temperatura se si eccettui qualche piccolo disperdimento all'esterno. Verso la fine dell'essicazione, quindi, la parte alta della camera 1 va mano mano aumentando di temperatura che rialza il diagramma nelle camere successive e specialmente nella camera 2, per cui in queste successive camere viene utilizzato il salto non utilizzato nella prima.

L'utilità del sistema di rifornimento di calore che teoricamente appare tanto evidente, fu in effetto dimostrato da una notevolissima diminuzione del tempo di essicazione, ma in pari tempo si manifestò un altro vantaggio grande, quello cioè di rendere assolutamente uniforme il grado di essicazione in tutta la massa dei bozzoli.

Nella nostra relazione dello scorso anno noi esprimemmo la convinzione che, mediante la metodica inversione, della corrente d'aria, esperimentata allora solo in piccola scala, si sarebbe ottenuta una essicazione uniforme. In pratica, con essicatoi predisposti per funzionare con inversione, abbiamo trovato che le parti superiori di ogni cassone non essicavano nello stesso tempo delle inferiori, causa questa di un sensibile ri-

(1) Si rammenta che l'ordine 1, 2, 3, 4, delle camere, è quello che rappresenta il senso del movimento dell'aria. Per quanto riguarda la preparazione del materiale, l'ordine è inverso per effetto della applicazione del sistema a controcorrente (gegenstrohm-sistem).

tardo della essicazione. I due diagramma dei circuiti senza rifornimento di calore ne danno una ragione evidentissima.

Osservando le temperature dell'aria in basso prima di attraversare le camere 1 e 3 ed in alto prima di attraversare i bozzoli delle camere 2 e 4, troviamo:

Circuito a 76°.

$$\text{Media temperatura} \begin{cases} \text{in basso } \dfrac{76 + 50}{2} = 63. \\ \text{in alto } \dfrac{60 + 44}{2} = 52. \end{cases}$$

Differenza fra le medie in alto e in basso, 11° pari a $^1/_7$ circa della massima temperarura.

Circuito a 90°.

$$\text{Media temperatura} \begin{cases} \text{in basso } \dfrac{90 + 57}{2} = 73\ ^1/_2. \\ \text{in alto } \dfrac{70 + 51}{2} = 60\ ^1/_2. \end{cases}$$

Differenza come sopra 13° pari a $^1/_7$ circa della massima temperatura.

Se invece osserviamo il diagramma del circuito con rifornimento, troviamo:

$$\text{Media temperatura} \begin{cases} \text{in basso } \dfrac{82 + 58}{2} = 70. \\ \text{in alto } \dfrac{71 + 61}{2} = 66. \end{cases}$$

Differenza 4° pari a $^1/_{20}$ della massima temperatura.

Questi numeri dimostrano come nei primi due circuiti il calore fornito nell'andamento ascendente è molto superiore di quello fornito nell'andamento discendente, mentre nel circuito a rigenerazione la differenza fra l'andamento in un senso e quello in senso opposto è piccolissima. Quelle stesse cifre dimostrano, e l'esperienza conferma pienamente, che il solo aumento di temperatura da 76° a 90° efficace solo per la diminuzione del tempo dell'essicazione non ha effetto alcuno per renderla più regolare mentre l'applicazione del rifornimento di calore ha un effetto grandissimo

ed immediato, per ottenere l'uno e l'altro scopo ad un tempo. A rendere più evidente la differenza fra i due sistemi, i diagrammi sono tratteggiati nella parte che rappresenta il calore fornito dall'aria ascendente, e cioè percorrendo le camere 1 e 3 e non tratteggiati nella parte che rappresenta il calore fornito dall'aria discendente (camere 2 e 4). La sola osservazione dei diagrammi mostra chiaramente che, mentre nei diagrammi fig. 2 e 4, l'area tratteggiata è molto superiore alla non tratteggiata, nel diagramma fig. 6, la differenza è molto piccola; anzi qui torna acconcio osservare come l'anomalia osservata nella camera 3 a proposito della temperatura, che cioè essa è più fredda della camera 4, contribuisce a meraviglia alla uniformazione della essicazione perchè la minore area rappresentante le temperature corrispondenti alla camera 3, compensa in parte la maggiore corrispondente alle temperature della camera 1, cosicchè la somma delle aree tratteggiate si avvicina vieppiù alla somma delle aree non tratteggiate.

È poi chiaro che questi difetti degli essicatoi primitivi, e quindi il vantaggio della modificazione, si faranno più accentuati qualora in luogo di essicazione completa si faccia la semplice soffocazione o la mezza essicazione.

Il ciclo di ogni camera diventa per questi speciali andamenti molto più breve, quindi avendosi uno squilibrio fra il tempo occorrente alle camere per mettersi in regime di temperatura e il tempo in cui questo regime dura, le suddette differenze si faranno più gravi. Colla disposizione a rifornimento di calore, la differenza delle temperature in un senso e nell'altro diventa ancora minore per questi andamenti più brevi perchè l'aria arrivando più raffreddata agli elementi rifornitori della parte superiore delle camere lo scambio di calore fra essa e gli elementi diventa più vivo ed efficace ed il rifornimento avviene in una proporzione alquanto maggiore.

Le prove fatte cogli essicatoi di esperimento condussero al risultato che la soffocazione sicura di tutta la massa non si otteneva col primo sistema in meno di 4 ore e ciò specialmente per la difficoltà di soffocare un leggero strato superiore di ogni cassone, mentre col secondo la soffocazione si ottenne con certezza in tre ore e solo per i bozzoli molto grossi e robusti, in due ore per i bozzoli ordinari di media giossezza e con una uniformità per nulla paragonabile a quella otteuuta col vecchio sistema. Il tempo della essicazione completa si ridusse colla nuova applicazione nel rapporto di 3 a 2 cosicchè se prima una data qualità di bozzoli si essicava in 20 a 21 ore, col sistema del rifornimento si impiegano sole 14 a 15.

Nella presente relazione abbiamo sempre parlato di essicatoi di 4 ca-

mere, ed infatti non solo l'esperienza ma una semplice osservazione dei diagramma di calore ci persuade come non convenga aumentare il numero di esse. Una temperatura al disotto di 50° ha pochissimo effetto per la essicazione, per cui una 5.ª o 6.ª camera sarebbero quasi inattive. Lo scorso anno in altra nostra relazione abbiamo proposto elementi ad 8 camere da dividersi in due circuiti di 4 camere ciascuno, che funzionassero con un ordine ricorrente. Un fatto che già potemmo verificare lo scorso anno e cioè la grande differenza del tempo di essicazione richiesto da bozzoli di qualità differenti, ci persuase a non adottare il sistema di due circuiti ricorrenti, ma bensì quello di due circuiti gemelli.

Noi abbiamo quindi stabilito che un essicatoio normale consti di 4 camere formanti circuito chiuso in sè stesso, e se per avere una produzione doppia si vogliono disporre 8 camere, si ottenga il risultato coll'accoppiamento di due elementi di 4 camere, formanti ciascuno un circuito indipendente. Per tale modo può uno stesso sistema di motrice, ventilatore e riscaldatore fornire aria calda ad una sola camera di distribuzione dalla quale quest'aria può essere ammessa ai due circuiti separatamente. Il tempo di dimora dei bozzoli, in uno dei due circuiti non vincola quindi menomamente il tempo dell'altro circuito.

Non ci sembra inutile il far notare come il tempo di essicazione sia estremamente variabile, molto più di quanto generalmente si creda; ed è per questo che il calcolo di un essicatoio capace di una determinata produzione non si può fare se non prendendo in considerazione tutte le cause della accennata variabilità.

La qualità, la dimensione, lo stato dei bozzoli hanno la massima influenza a questo riguardo. Se i bozzoli bianchi sferici a corteccia sottile richiedono 12-14 ore, qualche volta anche solo 10 per la completa essicazione, i bozzoli gialli a crisalide molto grossa a corteccia molto robusta possono richiedere 16, 18, perfino 20 ore nello stesso essicatojo. Eppure il peso di un cassone dell'una qualità non è che pochissimo differente da quello di un cassone dell'altra, e parimenti la percentuale di acqua contenuta è prossimamente eguale. I bozzoli malati di calcino essicano in tempo brevissimo ed è naturale, perchè sono in parte già secchi; i bozzoli avvolti nella « *Spelaia* » richiedono un paio di ore di più di quelli ben svestiti. La essicazione fatta con tempo molto secco può durare una, anche due ore meno della essicazione degli stessi bozzoli fatta con un tempo piovoso, eccessivamente umido od in località dove l'aria è naturalmente umida anche con tempo bello, per la vicinanza di grandi estensioni di marcite risaje o paludi. I bozzoli dell'anno 1898 per esempio impiegarono da 2 a 4 ore di più delle stesse qualità raccolte nel 1897, e ciò per il concorso di due delle cause suaccennate: la minore grossezza delle crisalidi nel 1897 rispetto

al 1898 dovuta all'allevamento in una stagione più asciutta e la maggior secchezza dell'aria aspirata dal ventilatore e spinta nell'essicatojo. Tutte queste cause di variazione nel tempo di essicazione, che potemmo meglio osservare in un anno sfavorevole come quello scorso, ci portano a modificare alcuni apprezzamenti espressi nella nostra prima relazione, ed in corrispondenza di tali apprezzamenti a modificare anche alcuni calcoli. Il cassone tipo proposto lo scorso anno delle dimensioni 1,25 × 1,25 caricato alla altezza di m. 1,20 — 1,30 a seconda delle qualità contiene, come da verifiche dirette eseguite, da 375 a 400 chilog. di bozzoli vivi. Il complesso di 8 camere (in un essiccatoio doppio o gemello) conterrebbe allora Kg. 3000, assumendo come capacità la minore delle precedenti. Prendendo come tempo massimo di essicazione 20 ore e come minimo 12 a seconda del concorso di una o più delle circostanze ritardanti accennate, la produzione oscillerà fra Kg, 3600 a Kg. 6000 nelle 24 ore. Colle qualità più comuni la essicazione si ottiene in 16 ore per cui si può tenere come una buona media la produzione di Kg 4500 nelle 24 ore. Il costo d'impianto dell'essicatojo col riscaldamento aggiuntivo risulta di circa L. 9000 per cui il costo di essicazione si potrà calcolare come segue.

Consumo carbone per ogni 24 ore Kg. 800 a L. 40 la tonnellata		L. 32, 00
Macchinista e ajutante, giorno e notte		» 10, 00
Manuali di servizio N. 2		» 5, 00 (1)
Ammortamento in 10 anni dell'essicatojo 10 % del costo di impianto in L. 9000 L.	900, 00	
Idem per motrice e rinvio di trasmissione L. 5000 . . . . »	500, 00	
Interessi 5 % suddetta somma L. 14 000 »	700, 00	
Riparazioni ordinarie annue ed imprevisti risultano in pratica piccolissime e inferiori a . . . . »	200, 00	
	L. 2300, 00	
Questa spese ripartita su 30 giorni di lavoro dà una spesa giornaliera di		» 77, 00
		L 124, 00

(1) Abbiamo in questo calcolo tenuto conto del solo personale al servizio dell'essicatojo essendo il personale di ajuto per trasporto del materiale da considerarsi, come inerente all'ammasso. In ogni modo facendosi cariche regolari e ad intervalli, con un'altra aggiunta di L. 5 al giorno si può considerare completata la spesa pel personale occorrente.

L'essicatoio producendo Kg. 6000 al massimo nelle 24 ore la spesa di essicazione dei bozzoli:

più facili sarebbe di L. $\frac{124}{6000}$ = 2 centesimi circa al Kg.

medii » » » » $\frac{124}{4500}$ = 2, 8 » » »

più difficili » » » $\frac{12400}{3000}$ = 4, 1 » » »

Che se l'essicazione si prolungasse per un tempo maggiore, per esempio 40 giorni, come può essere fatto eseguendo la parziale essicazione nei giorni delle maggiori consegne, la spesa per ammortamenti, interessi ecc. si riduce a L. 57, 50, la spesa giornaliera totale diventa L. 104, 50 ed i costi suddetti diventano:

centesimi 1, 7 al minimo
» 2, 3 medio
» 3, 4 al massimo.

e si riduce ancora sensibilmente tutte le volte, e non è raro il caso, che già esista un impianto di caldaja e motrice ciò che elimina quasi tutta la spesa capitale di L. 5000 sopraesposte.

Per un essicatoio elementare e cioè di sole 4 camere lo stesso calcolo risulta come segue:

Carbone Kg. 500 a L. 40, 00 . , ...		L. 20, 00
Macchinista e ajutante a L. 10, 00		» 10, 00
Manuali di servizio		» 5, 00
Ammortamento dell' impianto di essicatoio L. 5500	» 550, 00	
Idem per motrici L. 4000	» 400, 00	
Interessi 5 %, su L. 9500	» 475, 00	
Riparazioni ordinarie e imprevisti . .	» 150, 00	
	L. 1575, 00	
Questa spesa ripartita in 30 giorni dà		L. 52, 50
Spesa totale giornaliera		L. 87, 50

Produzione media giornaliera calcolata in 16 ore Kg. 2250.

Quindi il costo medio della essicazione compresi gli ammortamenti in 10 anni e interessi della spesa di essicatoio, caldaia e motrice:

$$\frac{L.\ 87,50}{2250} = \text{cent. } 3,88 \text{ al Kg.}$$

che si riduce a cent. 3 circa quando esista la macchina a vapore e la caldaja e potrebbe ridursi a meno di cent. 3 spingendo la durata della essicazione a 40 giorni.

Chiudiamo la presente relazione col dare una nota degli impianti eseguiti nell'anno 1898:

Per la Ditta Flli. Dubini di Milano:

1 essicatojo	gemello a 2 elementi di 4 camere quad.ᵉ	impiantato	a Cornaredo
1 »	piccolo a carro trasportabile	»	»
1 »	gemello come quello di Cornaredo	»	a S. P.º all'Olmo
1 »	girevole rotondo	»	» Cesena
1 »	» » con turbina ventil. Laval	»	» Villa Albese
1 »	a carro trasportabile grande che servì per un ammasso ad		Alba.

La ditta Flli. Dubini già da parecchi anni usa su larga misura della essicazione con altri due essicatoi, l'uno a tavole con movimento verticale l'altro a galleria con carrelli portanti tavole, tutti con funzionamento continuo. L'estensione da esso data alla essicazione coi nuovi apparecchi ne prova la praticità ed il buon effetto:

Diamo ora, nell'ordine nel quale ci vennero ordinati, la nota degli essicatoi fatti per altre ditte nello stesso anno.

1. Coniugi Lurani Barca di Milano	1 essic.	di 4 cam.ᵉ	q.ᵉ	Imp.º	Bergamo
2. Massimo De-Vecchi »	1 »	»	»	»	»	Ello
3. Gavazzi Pietro »	1 »	»	»	»	»	Valmadrera
4. Ing. Pellegrini e Soci Mantova	1 »	»	» cilindr.ᵉ	»	Castelbelforte
5. Ditta Marchetti Carlo Milano	1 »	»	» quad.ᵉ	»	Reggio Emilia
6. » Sormani Francesco »	1 »	»	»	»	»	Lonate Pozzolo
7. Soc. Stagionatura delle sete »	1 »	a pila verticale di cassetti.				Milano.

(*N. B.*) — Non a tutti questi essicatoi si arrivò in tempo ad applicare nella scorsa campagna il rifornimento di calore e quindi non tutti pote-

rono raggiungere l'essicazione completa nello spazio di tempo presunto e di ciò fu causa anche, come si disse nella presente relazione, la eccessiva umidità dell'aria e l'eccessivo contenuto di acqua nei bozzoli del corrente anno. Tutti i suddetti industriali però convennero nel riconoscere la bontà dei risultati specie per ciò che riguarda lo svolgimento alla bacinella, le rendite e la conservazione del colore e della lucentezza della seta.

I Sigg. Coniugi Lurani Barca stanno esperimentando l'essicatoio loro fornito, anche per la essicazione del grano turco. Attendiamo comunicazioni dei risultati che speriamo riusciranno favorevoli, come favorevoli riuscirono gli esperimenti già fatti dalla Ditta Fratelli Dubini che qualche anno fa seppe cogli essicatoi da bozzoli, preservare dalle muffe incipienti vistose partite di grano turco, parte delle quali, adoperate l'anno appresso come semente, dimostrò essere rimasto integro il potere germinativo.

Milano, 31 Dicembre 1898.

Ing. G. B. Bianchi.
Francesco Dubini.

IL PALLIO, IL TABERNACOLO

E L'ALTAR MAGGIORE DELLA CERTOSA DI PAVIA

(1567-1576)

DI AMBROGIO VOLPI DA CASALE.

(Vedi pag. 620 e la Tav. 35)

E passiamo brevemente in rassegna le statue ed i bassorilievi rimastici di quell'altare, che ponno dirsi fin qui sfuggite ad ogni esame.

La caratteristica delle sei statue grandi, di cui tre nella sagrestia (Santo Evasio coi Santi Rocco e Sebastiano) e tre sull'altare della Cappella Gambera (la Vergine col bambino in grembo fra i Santi Antonio e Bernardino) è quella di una modellazione assai meno trita e leziosa di quanto usò con predilezione Agostino Busti detto il Bambaja, ma curata oltremodo in ogni menomo particolare e congiunta ad una sobria e ben studiata espressione dei visi dei singoli personaggi.

Il Sant'Evasio, sedente in abiti pontificali, colla destra levata in atto di benedizione, si fa notare per la sapiente composizione dell'insieme ed il buon partito di pieghe dei vestimenti, ma può sembrare a tutta prima alquanto freddo ed insignificante benchè la statua ricordi assai nel suo complesso il Paolo IV della piazza di Siena del Danti.

Vicino a quel simulacro però, grandi pregi d'espressione nei visi hanno invece il San Rocco meditabondo, e più ancora il San Sebastiano che volge gli occhi al cielo in segno di pia rassegnazione, mentre il corpo ignudo e scolpito con rara valentia, rimane esposto alle frecce dei suoi persecutori. Notisi poi nel San Rocco la finezza con cui appaiono riprodotti i particolari dell'abito e perfino le conchiglie e i cucchiaj incrociati del rocchetto. In entrambe queste statue, disegno corretto e grande leggiadria e garbo artistico.

Più composti d'aspetto ma improntati di certa severa maestà sono i due simulacri di Sant'Antonio, dalla lunga barba fluente con libro nella sinistra mano e di San Bernardino, col capo raso secondo le prescrizioni dell'ordine, la corda a nodi lungo la tonaca, le braccia incrociate ed una grande soavità nei tratti del volto. Sì, nell'una che nell'altra statua e così pure nella Vergine di mezzo le pieghe degli abiti sono disposte per lo più in

senso orizzontale e a guisa di panneggiamenti, come usava il Busti, ma con assai minor ricercatezza sì da riescire più naturali e gradevoli all'occhio.

Dove però la filiazione artistica dell'Ambrogio Volpi dal Bambaja si fa più manifesta e risaltano d'altra parte più in vista le sue caratteristiche speciali, si è nella statua della vergine col bambino in grembo dell'altare dei Gambera.

Come usavano gli scolari dell'illustre maestro, e fece anche Gian Giacomo della Porta nel sarcofago Soria del 1544 riproducendo l'egual concetto delle tre Parche al letto del defunto del sarcofago Gaffurio del Busti del 1522, anche in questa statua della Vergine il Volpi imitò il Bambaja, al punto da ripetere ad un dipresso nell'atteggiamento della persona e del divino putto il capolavoro suo della Madonna col bambino in grembo del monumento dei Birago di San Francesco Grande del 1522.

Con tutto ciò, benchè la statua del Busti, ora a Varese, possa dirsi superiore a questa di Casale per l'eleganza somma della scultura e certe doti impareggiabili nel maneggio dello scalpello, va lodata nell'analogo simulacro del Volpi una maggior solidità e maestà d'insieme, che rifugge quasi per proposito dalla soverchia virtuosità che può censurarsi dai buongustai raffinati nel grande capolavoro del Busti.

Pregi manifesti di disegno ed esecuzione coscienziosa hanno pure le quattro statue minori di San Lorenzo colla graticola a lui vicina, e di San Malliano fra San Projetto e San Natale, nè ommetteremo di far notare le belle forme dei due putti ignudi sedenti, con arco spezzato fra le mani sull'arca dell'altare della Sagrestia. Le due testine di questi putti assomigliano in modo evidentissimo a quelle che figurano creature angeliche tripudianti intorno al mistico calice eucaristico sul pallio della Certosa di Pavia.

Resta ora a dire dei cinque bassorilievi, tre dei quali della lunghezza di Cent. 60 per un'altezza di Cent. 50, raffiguranti, come vedemmo, le azioni principali della vita del santo, ed altri due, di una lunghezza di Cent. 40 per un'altezza di Cent, 60, attinenti invece a glorificazioni della vita di San Bernardino da Siena.

Lo stile di queste sculture che si potrebbero chiamare di preferenza veri altorilievi, per essere alcune delle figure più in vista eseguite di tondo, quali il santo inginocchiato ed altro martire denudato fino alla cintola nella scena del supplizio e così pure gli ariani in fuga in quello di mezzo (1), si avvicina assai a quello ben noto di Agostino Busti, detto il Bambaja, di cui anzi fu messo innanzi, infondatamente come vedemmo, il nome.

Anche nei bassorilievi, come già si è osservato per le statue, v'è maggior compostezza di composizione e lo scultore sembra disdegni, fuorchè nel bassorilievo degli Ariani in fuga soverchiamente tormentato e alquanto pretenzioso, quella virtuosità tecnica eccessiva che sorprende nel Busti massime nel piegar delle vesti.

(1) In questo bassorilievo l'Ariano fuggente a precipizio, ricorda in proporzioni esagerate la vivacità di mosse che si osserva del resto anche nel putto di destra in atto di inginocchiarsi del pallio della Certosa di Pavia.

Migliori ancora, per purezza di disegno e coscienziosa accuratezza di esecuzione sono i due bassorilievi riferentisi a San Bernardino da Siena, e ci rivelano essi in Ambrogio Volpi un artista sobrio e castigato che dell'insigne maestro riprodusse nelle opere sue la grazia mirabile ma corretta da una più scrupolosa osservanza del vero e del bello.

Senza qui estenderci su tutte queste disperse opere di statuaria che ne danno una chiara idea della maestria di Ambrogio Volpi fino dal 1564 e così tre anni prima che venisse incaricato dai padri della Certosa di Pavia di ideare ed eseguire il tabernacolo, l'altare e le accessorie decorazioni del presbitero della Certosa stessa, e pur lamentando che manchi oggidì a Casale l'ossatura, per così dire, dell'antico altare di Sant'Evasio che doveva essere per sè d'uno spiccato carattere architettonico, e avrebbe permesso di meglio raffrontare l'opera sua anteriore in Casale, coll'altra che renderà immortale il nome suo nella Certosa pavese, rimarrebbe ad indagare in qual modo e per quali rapporti poterono i padri di San Bruno della Gran Certosa di Pavia ricorrere a questo artista di Casale per la suntuosa decorazione del loro presbitero negli anni del 1567 al 1576.

Premettesi intanto che, come scolaro in Milano di Agostino Busti fino dal 1547, non è fuor del caso il supporre che anche prima del 1567, si fosse all'Ambrogio Volpi offerta occasione di eseguire qualche lavoro di secondaria importanza alla Certosa, e di farsi conoscere da quei monaci, pei quali già un Cristoforo Volpi dipingeva, associato al Borgognore, fino dal 1492.

Ma, indipendentemente anche da ciò, la fama del ricco e marmoreo altare di Sant'Evasio di Casale con ben sei statue grandi, altre quattro piccole, e più due putti con cinque vaghissimi bassorilievi, deve essere corsa a quei tempi dal Piemonte anche alla vicina Lombardia e aver designato il Volpi, più d'ogni altro, alla perspicacia dei padri Certosini pei lavori di alto pregio di cui intendevano arricchire il tempio, a sostituzione dell'originario altare del 1396 da essi relegato l'anno 1567 in Carpiano.

Aggiungasi a ciò che, dallo stile architettonico michelangiolesco di cui fa pompa il Volpi, nel tabernacolo non solo, ma altresì nelle due edicolette laterali e nell'ornamentazione dell'Abside, e così pure dalla manifesta ricordanza se non dall'imitazione del fiorentino Donatello nei putti con lievi abiti di velo del pallio dell'altare certosino consacrato il 1576, tutto lascia arguire che negli anni dalla morte del Busti nel 1548 al 1563, siasi il Volpi perfezionato nell'arte sua in Roma o in quella Firenze che era il focolare allora dei grandi maestri della Rinascenza italiana, cosicchè non è improbabile che già certa celebrità si fosse conquistata anche prima di eseguire pei suoi concittadini il grandioso altare di Sant'Evasio.

Va tenuto conto altresì che gli artisti del Monferrato e della provincia di Alessandria trovavano allora naturali e potenti patrocinatori in quei luminari della chiesa che furono il Cardinal Alessandro Bonelli, il munifico Cardinale Marcantonio Bobba, e infine quel pio e santo pontefice che fu Pio V Ghislieri, di Bosco Marengo. Nè è fuor del caso l'argomentare che,

stante l'autorità grande che aveva presso i padri della Certosa di Pavia questo sommo Gerarca, il quale assunto alla tiara nel 1566 colmò sempre quei monaci di speciali favori fino a donar loro in Pavia l'ospizio della Certosina, già della soppressa Corporazione degli Umiliati, possa l'Ambrogio Volpi, di Casale, essere stato proposto e suggerito pei nuovi lavori a farsi dallo stesso Pontefice o dagli altri due Cardinali succitati, allora in altissima fama e di grande autorità.

Checchè ne sia, il documento recentemente venuto in luce, e rispondente all'annotazione di pugno del padre Matteo Valerio in data dell'anno 1567 « Si fece il tabernacolo dell'altar maggiore », ci assicura che, iniziandosi in quell'anno l'altare stesso, fu di esso incaricato per l'appunto lo scultore ed architetto Ambrogio Volpi di Casale. Quanto all'altare propriamente detto, col meraviglioso pallio scultorio, fu opera di qualche anno posteriore sotto il priorato del Padre Ippolito Turati dal 1573 al 1576, nel qual ultimo anno non era ancora del tutto terminato, e così di quegli anni o di poco posteriore devono essere la sedia sacerdotale e l'edicola pel leggio e così la decorazione dell'abside, ma anche siffatte opere scultorie tradiscono tutte l'egual mente direttiva e lo stesso scalpello d'un grande artista, quale fu e rimane ancora oggi, il Volpi di Casale.

E, innanzi esaminare partitamente tutte quelle diverse opere egregie del Presbitero della Certosa di Pavia, abbiamo voluto render noto e studiare brevemente le sculture del Volpi stesso nella sua città nativa, poco note fin qui agli studiosi d'arte e che attestano invece tanto meritevolmente a di lui favore. I raffronti che esse porgono col celebre pallio del 1576 di cui rimase fino ad oggi ignoto l'autore, tornano tutti ad alto di lui onore, e il secondo Rinascimento può annoverare nel Volpi un nuovo e grande artista fin qui disconosciuto.

IL TABERNACOLO.

Abbiamo fin qui parlato di Ambrogio Volpi, come di un esimio scultore dell'ultima Rinascenza, degno scolaro del Busti e sotto alcuni rispetti superiore al Maestro suo, ma l'altare della Certosa di Pavia col maestoso suo tabernacolo e colle altre parti accessorie del Presbitero quali la sedia sacerdotale o il lettorino pei Vangeli unitamente alla decorazione delle absidiole laterali, ne rivelano in questo ignorato artista di Casale, non solo uno scultore di vaglia, ma altresì un peritissimo architetto creatore.

Notisi anzi che, prima del pallio coi leggiadrissimi putti scolpiti negli anni dal 1574 al 1576, fu un'opera di carattere architettonico precipuamente che venne affidata dai padri Certosini ad Ambrogio Volpi, e cioè il maestoso tabernacolo di sfondo, da lui iniziato, al dir del padre Valerio, nell'anno 1567 è già ultimato in ogni sua parte nel successivo anno 1568, come dalla piastrella di piombo collocata nell'interno del tabernacolo stesso.

Giustamente il Magenta ebbe a dichiarare che questo tabernacolo, o ci-

borio, « è di per sè un nobilissimo monumento che desta l'incanto in quanti l'osservano », e con quella delicatezza d'animo che lo distingueva, aggiunge che « il sentimento religioso, dinanzi a tanto splendore di pietra e di lavoro ne soffre alquanto, ma sarebbe difficile trovare altrove un altare ed un ciborio di tanta magnificenza! ».

L'adornamento scultorio è qui secondario affatto e riservato a statuette di bronzo, tantochè non fu nemmeno lo stesso Volpi che vi attese, ma ne riservò la cura per i quattro sportelli a Francesco Brambilla, e per le statuette compiute nel primo periodo di tempo ad Angelo Marini, detto il Siciliano: ciò che s'impone è la massa sapientemente distribuita nel basamento, nel corpo di mezzo ottagonale, nel sovrastante tamburo a colonnine e infine nella cupola a forma ovoidale coronata da un elegante lanternino, colla statua del Redentore alla sommità.

Il basamento, con specchi e riquadrature sagomate, che si ripetono anche nei fianchi della predella e del pristino altare più ristretto del 1576, è tutto in marmo di Gandoglia e poderoso sì da rispondere alla maestà di questo piccolo edificio a sè, che misura un'altezza di M. 5, 64, senza la statua terminale di altri 53 centimetri d'altezza, ed ha una larghezza di M. 1, 58 per lato.

È a filo della predella che si disegna poggiando su due fasce decorate da intarsiature di pietre dure di pregio, fra cui di quattro stupendi pezzi di lapislazzuli di un'altezza di cent. 15 e della larghezza di Cent. 10, il corpo di mezzo ottagonale, destinato alla nicchia più propriamente per la custodia del Santo Sacramento. Nei quattro lati maggiori disposti sulle linee ortogonali del tempio, vanno adorni di una elegante trabeazione marmorea, con timpani retti di marmo carrarese, sostenuta da quattro colonne di fino marmo portoro, due per parte intorno alla porticina rettangolare di mezzo che dà accesso, su tutte e quattro le facce, al tabernacolo, benchè i padri certosini non si valessero d'ordinario che di quella a tergo dell'altare.

Mirabili i capitelli di queste colonne di portoro, lavorati con tanta finezza da rassembrare di bronzo, e di vaghissimo lavoro gli sportelli, di bronzo, d'eguale disegno tutti e quattro e raffiguranti due angeli sorreggenti colle braccia levate l'ostensorio coll'ostia consacrata.

Sulle quattro fronti minori di questa parte ottagonale, stavano in nicchie di forma rettangolare con timpani arcuati quattro statuine del Marini di 27 centimetri d'altezza, di cui San Giovanni e la vergine. Veggonsi ancora sulle nicchie della parte anteriore e San Bruno in quella a sinistra a tergo; manca invece e fu sostituita con altra statuina più piccola del soprastante tamburo la statua di Giovanni Galeazzo, che andò involata l'anno 1799 da altro dei prigionieri francesi che si trovavano allora relegati nella Certosa pavese.

Anche sui timpani delle quattro fronti maggiori stanno disposte statuine coricate di 30 centimetri di lunghezza, cogli emblemi della passione del Redentore, fra cui distinguonsi la croce, la colonna, i chiodi, il martello e

così via. Altre quattro statuine di 21 centimetri d'altezza scorgonsi ritte in piedi sulle fronti minori fra le varie trabeazioni a colonne binate. Queste 8 statue e le altre 4 in piedi, e così le minori testine d'angeli ed accessorie ornamentazioni di bronzo, non sono già più del Marini, ma sibbene di Andrea Biffi che, negli anni dal 1602 al 1604 aggiunse al tabernacolo queste opere di finimento e la statua alla sommità da lui modellata con spigliatezza del Salvatore col vessillo della redenzione in pugno. Ciò si deduce da un'annotazione delle carte certosine, riferentesi al Priore del Monastero in quegli anni, Dott. Timoteo Baroffio (1602-1614), del seguente tenore: « *Adauxit tabernaculo nonnulla ornamenta aenea quæ illius fastigium decorant.* »

È da questo corpo di mezzo ottagonale, e fra i quattro attici marmorei che si leva il tamburo della cupola, decorato da sedici colonnine di verde antico sorreggenti una trabeazione con largo fregio cui furono aggiunte le nove testine ornamentali di bronzo spartite le une dalle altre da un ricco fogliame parimente di bronzo, di cui si è parlato testè.

Questo maestoso tamburo, che ricorda in piccole dimensioni quello della cupola michelangiolesca di San Pietro di Roma, misura nella sua circonferenza M. 3,55 e la sua altezza è di cent. 86 $^1/_2$, senza contare il fregio sovrappostovi, alto 25 cent. Nei sedici vani fra le colonne stanno incluse aperture rettangolari con nicchie comprendenti le otto statue d'apostoli di 17 cent. d'altezza già citate e del siciliano Marini, alternate con otto riquadri d'egual disegno ma portanti nel mezzo specchietti d'alabastro orientale.

La cupola all'egiziana od ovoidale che si leva su questo tamburo dell'altezza di Cent. 75, con sedici spicchi di bianco marmo tutti lavorati a finissima tarsia con fiorami in puro stile del rinascimento raffaellesco, fra cui si distinguono qua e là gli emblemi principali della passione, è quanto di più vago ed elegante potesse immaginare mente di eletto artista, cosicchè ci parrebbe già superflua la balaustrata di bronzo che la ricinge inframmezzata da pilastri, su sette dei quali levansi svelte gugliette piramidali marmoree di cent. 61 d'altezza, rese più cospicue tutte quante in modo diverso e con gran garbo da fini lavori di tarsia.

Poco aggiunge alla restante parte del lavoro il lanternino a cupoletta della sommità, dell'altezza totale di cent. 62, ma condotto a fine esso pure con grande grazia sì nei modiglioni di rinforzo come negli specchi e nelle aperture dei piccoli archi a traforo.

Se la parte, diremo così, esterna di questo tabernacolo marmoreo del Volpi è di una straordinaria magnificenza per le ampie proporzioni e il buon disegno e così pure per la ricchezza di marmi e pietre dure che lo adornano sì da conferire all'intero lavoro una policromia oltremodo gradevole all'occhio, corrisponde pienamente ad esso la parte interna, ossia il ciborio, propriamente detto, una solida costruzione in legno di cipresso che segue nel corpo di mezzo la forma ottagonale dell'esterno, e termina poi superiormente a cupoletta ovoidale.

Il basamento di questo ciborio corrisponde alla soglia delle quattro aperture rettangolari ed è ricoperto ancor oggi da quel ricco strato di seta che fu ordinato vi si ponesse fino dalla visita di inaugurazione dell'altare di Mons. Peruzzi nel 26 Ottobre 1576; quanto alle pareti *de ligno cypressino,* com'è detto in quel documento (1), sono tutte lavorate a tarsia con quattro soggetti dell'antico testamento, incorniciati in fregi a cartelle di squisito lavoro su cui leggonsi lateralmente le parole del monogramma certosino GRA e CAR (Gratiarum carthusia) ed in basso i versetti della bibbia cui si riferiscono i rispettivi soggetti riprodotti a tarsia.

Sono essi, incominciando a sinistra di chi guardi nel tabernacolo dalla porticina a tergo, i seguenti e cioè: Il sacrifizio di Abele (Gen. IV), l'incontro di Melchisedecco con Abramo (Gen. XIV), il sacrifizio d'Abramo (Gen. XXII) e da ultimo il banchetto pasquale degli Ebrei (Esod. XII).

Buon disegno, accurata esecuzione sono i pregi di queste occulte tarsie, ma a che estendersi in materia se, pel luogo, certo di alta venerazione ma precluso agli occhi dei visitatori della Certosa, ben pochi saranno coloro che, affrontando non poche difficoltà materiali, giungeranno a posarvi sopra gli occhi ?

Nel primo soggetto tolto dal libro IIII della Genesi, Caino offre su una pira all'Eterno, visibile in alto fra le nubi, i frutti della terra e gli agnelli che pascolano ai piedi dell'ara, mentre nello sfondo scorgesi, lievemente delineato, il primo delitto del fratricidio di Caino.

Più complessa la scena del secondo quadro di Melchisedec, cioè, re dell'Altissimo, che, portando seco pane e vino nella valle del re, benedice il patriarca Abramo, reduce dalla conseguita vittoria di Cheodor-Laomer, e che offre alla sua volta al gran sacerdote le decime d'ogni cosa.

Riprodotto secondo le norme tradizionali dell'angelo che arresta il braccio d'Abramo mentre già sta per colpire il figlio, e col vicino capretto da sacrificarsi in di lui vece, è il soggetto del 3.° quadro tolto dal libro XXII della Genesi, e valentemente disegnato a tarsia l'ultimo quadro degli ebrei che in abiti da viaggio, e con lungo bastone fra mani celebrano, prima della partenza, il ben augurato banchetto pasquale tramandatoci nel capitolo XII dell'Esodo.

Più in alto nella volta levigata di questo accurato ed elegantissimo *Sancta Sanctorum* che ci rimane ad attestare come i padri di San Bruno si preoccupassero della ricchezza di tutto quanto concerneva le cose sacre, non solo per mera vanità ma per intimo e profondo sentimento religioso, quattro testine alate d'angeli celesti si disegnano a malapena nella oscurità di quell'ambiente che non può essere illuminato che dal basso in alto.

Fu togliendo alcune delle assicelle costituenti il piano di questo ciborio interno che nel vano di mezzo fra le robuste travature destinate a tener

(1) Riprodotto in fine al testo. Il brano che si riferisce all'interno del tabernacolo è il seguente: ***intus vero intectum de ligno cypressino cum pluribus figuris designatis veteris Testamenti significantibus et figurantibus......... nondum ordinandum quod aliter de serico integatur.***

in sesto l'intera mole e ad una profondità di circa 70 centimetri si rinvennero depositate con cura fino dal giorno dell'ultimazione di questo tabernacolo nel 2 Giugno 1868, le due boccette (1) e la piastrina di piombo coll'iscrizione più sopra data per esteso, locchè ne lascerebbe arguire che altrettanto possa esser stato fatto per la restante parte dell'altare, quando non la si tenesse per avventura che come un'accessione dell'opera iniziata fino dal 1567 col grande tabernacolo, dall'Ambrogio Volpi di Casale.

Come è noto, furono nella consacrazione dell'intero altar maggiore, depositate dal Vescovo Peruzzi le sette reliquie che già trovavansi collocate precedentemente fino dal 1497, nell'altar maggiore originario del tempio sotto la cupola, portato poi a Carpiano precisamente nell'anno 1567, e poichè di tale reposizione di reliquie vi è un chiaro documento nella lunga iscrizione che leggesi sulla destra del sarcofago di Giovanni Galeazzo Visconti, fa duopo arguire che esse vi si trovino tuttora, ma murate profondamente nelle costruzioni aggiuntevi poi verso la metà del XVII secolo, allorchè si spostò in avanti il pallio scolpito dal Volpi, e s'ingrandì l'altare fino a portare la mensa ad una lunghezza di M. 2,64. Qualche nuova e più attiva ricerca al riguardo del benemerito Ufficio Regionale, porterà certo buoni frutti e non dubitiamo varrà a chiarire definitivamente i molti problemi che si accozzano intorno a questo altare non solo, ma altresì a quello tanto discusso della grangia di Carpiano, di cui segniamo nell'allegata Planimetria il posto in cui sorgeva colle altre opportune indicazioni dell'intero Presbitero (Vedi Tav. 35).

Connesso intimamente col tabernacolo e così dell'epoca di costruzione dell'altare fra il 1568 e il 1576 è la predella dell'altare stesso, dell'altezza col bordo superiore decorato a mandorle di pietra dura di cent. 25 e della larghezza massima di M. 2, in modo che allorchè la pristina mensa col pallio del Volpi della larghezza di M. 1,68 vi si appoggiava contro sporgeva di circa 15 cent. per parte.

Solo fa duopo notare che il pallio e la relativa mensa dovevano allora trovarsi alla maggior altezza di circa 15 centimetri impiegati dappoi per collocarvi la mensa assai più larga di M. 2,64, con largo bordo a tarsia cosicchè sarebbe da arguirsi che originariamente l'altare avesse invece di due soli gradini come ora, in marmo carrarese a tarsia, i tre rituali gradini prescritti dai canoni. E siffatta congettura verrebbe convalidata dal fatto che, sotto le due gradinate attuali si conservano tuttora alcuni pezzi dei tre gradini originarii, i quali erano come il basamento dell'altare e del tabernacolo in marmo di Gandoglia, adorni ad intervalli di quelle rosette marmoree in rilievo di cui si valse il Volpi a decorazione delle lesene e dei cornicioni di rivestimeuto delle due absidiole.

(1) Come in quella deposta l'anno precedente dal padre Verano nell' altare di Carpiano, anche in queste due boccette di vetro si conteneva olio e vino consacrato. La più grande di esse è dell'altezza di cent 20 e foggiata a guisa di fiasco panciuto con collo stretto; l'altra è d'alquanto più piccola e di forma ovoidale si da ricordare le svelte linee dei vasi lacrimarii antichi.

Un'altra circostanza che comprova come si tratti sempre dell'egual artista tanto pel tabernacolo quanto per la restante parte dell'altare, si è che, come i fianchi della mensa in marmo di Gandoglia, anche la fronte tutta quanta della predella, benchè decorata a mosaico, offre nei disegni lè eguali forme a volute rientranti impiegate dal Volpi ad ornamentazione della base del tabernacolo. Come caratteristica della sua qualità di architetto-scultore, notisi l'eleganza dei modiglioncini terminali, con vaghe arricciature ai lati, delle predelle, che si ripetono nella fronte della predella, stessa sotto alla parte in sporgenza con attico a colonne del tabernacolo di sfondo.

Tali ornamenti si ripetono, coll'egual perizia ed accuratezza di esecuzione, nelle edicole per la sedia sacerdotale e pel leggio del Vangelo, di cui faremo quanto prima breve menzione, e costituiscono così altro elemento di raffronto circa all'essere anche tali opere state eseguite di mano dello stesso architetto scultore Ambrogio Volpi di Casale.

Ed ora, descritto brevemente dopo il pallio scultorio anche il grandioso ed elegante tabernacolo per le spoglie eucaristiche con cui Ambrogio Volpi diede principio nel 1567 alla costruzione dell'intero altare ed all'adornamento coll'egual stile del presbitero tutto quanto, non è chi non veda come quell'altare, pur d'assai minori proporzioni e senza gli angeli ai fianchi dell'Orsolino dovesse apparire di stupefacente bellezza all'epoca della sua consacrazione e tale da meritarsi le frasi di conclusione del verbale di Mons. Peruzzi che cioè il tabernacolo specialmente potesse reputarsi come il più bello, quanto il tempio, dei santuarii consimili di tutta Italia.

Benchè il Magenta accenni al lavoro analogo di Alberto Maffiolo nel duomo di Parma, del 1488, fu solo, come è noto, dopo il 1535 che venne a diffondersi nelle chiese della cristianità l'uso di speciali conditorii fissi dietro la mensa stessa del sacrificio della Santa Messa, e già in Lombardia uno splendido avanzo ci rimane di tabernacoli a cupola a coronamento dell'altare nel tempio di S. Alessandro di Bergamo.

Cosparso con certa profusione di pietre dure di pregio, e nello stile classico michelangiolesco esso pure, sorgeva quel ciborio marmoreo sull'altar maggiore dell'antica chiesa più piccola dell'attuale, da dove fu portato nella prima metà del XVIII secolo (1) al posto attuale. È lavoro del 1560, ascritto ad un artefice di nome Frasconi, e se può aver fornito al Volpi un'idea qualunque per l'apprestamento del gran tabernacolo della Certosa pavese del 1567, gli resta di molto inferiore nel concetto generale ed anche nei particolari.

Opera di rara bellezza chiamò infatti il Magenta il tabernacolo della Certosa pavese, e pur addimostrando egli stesso la poca probabilità della fatta assegnazione, citò come presumibile autore lo stesso Antonio Sangallo nel principio del XVI secolo, coadiuvato per l'esecuzione da Francesco Brioschi e da Silvestro da Cairate.

(1) I piccoli angeli e i due più grandi di questo tabernacolo del duomo di Bergamo furono fusi da certo Antonio Fontana nell'anno 1700.

Al Brioschi ascrisse la compagine generale dell'altare lo stesso Beltrami nelle sue Guide della Certosa, ma già vedemmo come siano da scartarsi affatto, come erronee e insussistenti, siffatte allegazioni. Che se nella mole corretta e di sapore michelangiolesco di questo tabernacolo della Certosa, non è possibile eliminare lo studio in chi lo ideava di monumenti fiorentini, già si è accennato che negli anni antecedenti al 1563 possa il Volpi essersi perfezionato nell' arte sua sotto la scuola dei grandi maestri del Rinascimento che fiorivano allora sulle rive del Tevere e dell'Arno.

Checchè ne sia, è ancora un rinomato artista fiorentino, Bernardo Buontalenti detto delle Girandole, che nell'ultimo decennio del XVI secolo rende una palese attestazione di plauso ed onore alla creazione magistrale dell'Ambrogio Volpi.

Incaricato infatti quell'esimio artista di ideare e condurre a compimento un ricco tabernacolo o ciborio, da collocarsi nella Cappella di S. Lorenzo in Firenze, inviò egli nel 1597 il pittore Nicodemo Ferrucci alla Certosa di Pavia, perchè, coll'assenso tosto dato da quei padri, gli apprestasse un fedele disegno del ciborio di quel presbitero (1).

Osserva il Magenta, che era sì appassionato ammiratore della sua Certosa, che « è questa la lode maggiore che si potesse dare a tanta opera, venendo dalla patria di Giotto, di Brunellesco, dell' Orcagna e del Michelozzo. »

Esiste tuttora nella Galleria degli Ufficii in Firenze questo ciborio del Buontalenti, che fu gettato in bronzo l'anno 1610 da Angelo Setoni, servendosi del metallo avanzato in Bologna per fondere la statua equestre di Ferdinando I posta sulla piazza della SS. Annunziata, ed è per quel ciborio che apprestarono le otto colonne di cristallo, al prezzo di scudi 90 l' una, i figli del milanese Gaffuri.

Ricoperto poi tutto quanto di diaspri, agate, calcedonie, lapislazzuli ed amatiste; ornato con legature, basi e capitelli di puro oro, con rubini, smeraldi e topazii, ed abbellito di figure con scene della storia sacra e di minuti lavori di tarsia, vince questo ciborio in ricchezza il tabernacolo del Volpi della Certosa pavese, ma non ne ha la maschia bellezza dell'insieme, e quella armonia di proporzioni che è addirittura impareggiabile nella maestosa cupola turita che lo domina.

È infine questo ciborio della Certosa un' opera che può dirsi perfetta: un nobilissimo monumento, come lo dice il Magenta, che desta l' incanto in quanti lo osservano, e che basta a rendere da solo immortale il nome del suo creatore ed esecutore Ambrogio Volpi di Casale.

La fine del secolo XVI e più il XVII hanno dato all' arte ciborii di dimensioni ancor maggiori, e assai più complessi di membrature foggiati per

(1) È il Zobi che ne dà notizia a pag. 185 del suo libro più sopra citato, trascrivendo la ricevuta dal compenso avuto dal pittore per quel lavoro, nei seguenti termini: « Io, Nicodemo « Ferrucci, pittore, devo da S. A. S. Scudi quattro per un disegno fatto del ciborio della Certosa di Pavia ccc. ecc.

lo più in legno dorato, ed uno di essi osserviamo tuttora nella chiesa collegiale di Sant'Ambrogio in Frassineto Po, che per essere il paese di nascita o d'origine almeno dell'Ambrogio Volpi fu tenuto ad esso ascrivibile, ma che ricorda piuttosto nei fregi ricoperti di ornati e nella complicata architettura il fare del Pellegrino Pellegrini che lavorò anche in Casale.

Il grande tabernacolo o ciborio del tempio di San Michele in Pavia, per non citare che un esempio di località poco discosta dalla Certosa pavese, è addirittura monumentale d'aspetto, ma siamo ben lontani dal gusto eletto di disegno generale e di profilature minori di cui ci lasciò chiaro esempio il Volpi nel rotondo tempietto del presbitero pavese, che l'abate Polidori nel suo poemetto d'un viaggio alla Certosa, del 1824, chiamò:

Ricco per marmi e per sue forme vago

e in cui mirava profusi d'ogni intorno a quel *Sancta Sanctorum:*

Il focoso rubin, l'aureo topazzo
Lo smeraldo, il zaffiro e la corniola
E quante pietre di preziose tempre
L'Eöa compone variopinta argilla.

LE EDICOLE DEL PRESBITERO E LE DECORAZIONI MINORI.

Di singolar pregio e degni in tutto di accordarsi coll'altare e col maestoso tabernacolo a cui fanno quasi spalliera, sono la cattedra sacerdotale dal lato dell'epistola e la simmetrica edicola di fronte pel leggio del Santo Vangelo.

Già si è osservato che l'egual lavorazione del marmo non solo, ma perfino l'analogia palese dei modiglioni della predella dell'altare, con quelli disposti a sostegno delle colonne laterali, i quali vanno solo arricchiti, stante le maggiori loro dimensioni di una testina d'angelo alato, con collare a pieghe d'ogni intorno, da cui si dipartono in basso due festoncini a guisa di panneggiamenti, fanno ascrivere tosto siffatti lavori e così pure le lesene delle due absidi allo stesso artista Volpi che ideò e condusse a termine l'altar maggiore e il tabernacolo.

La presunzione è del resto chiaramente confermata in questo caso dalle carte certosine e dal manoscritto dell'Ambrosiana, che ascrivono entrambe quelle edicole e gli altri lavori ultimi del presbitero cogli eguali caratteri ad opere fatte eseguire dal Priore Don Ippolito Turati negli anni dal 1574 al 1580. E, nel manoscritto citato è detto chiaramente che « il collocamento in opera dei lavori occorsi intorno al tabernacolo che nel 1568 già era ultimato, fu allogato fra il 1570 e il 1580 a Maestro Ambrogio Volpi di Casale.

Sono entrambe queste edicole marmoree dell'altezza di circa metri 3 e della larghezza di M. 1,50, e come nel tabernacolo e nell'altare il basa-

mento rettangolare su cui riposano è di marmo di Gandoglia, locchè è altro punto d'avvicinamento coi lavori di mano del Volpi, risultando invece di puro marmo carrarese tutte le altre aggiunzioni del XVII secolo, quali i pilastri per le quattro statue del Rusnati, del Bussola e del Simonetta, la cancellata di quest' ultimo e le nicchie e le statue dell' Orsolino ai fianchi dell'altare e nell'abside di sfondo.

Dal basamento si levano fino ad un metro circa d'altezza quattro robusti modiglioni a volute rientranti, decorati, come s'è detto, di testine d'angelo con festoncini pendenti e mentre si protendono all'innanzi i due modiglioni interni destinati a sorreggere svelte colonnine isolate di verde antico con un attico a timpani retti alla sommità, vedonsi invece disposti all' infuori quelli dei lati, portanti esse pure colonnine di breccia di Varallo, addossate però alla parete di sfondo che termina in alto con acroterii arcuati nel cui mezzo levasi un quadretto marmoreo quadrangolare sormontato dalla croce.

Nel vano rettangolare di mezzo che ha sufficiente profondità pel cuscino del seggio sacerdotale a destra, e pel leggio a sinistra, lo spazio di mezzo è occupato fino all' altezza dei modiglioni da una grande lastra di verde antico, e mirabili per finitezza sono i basamenti delle quattro colonne, tutti in marmo di porto Venere, e i capitelli elegantissimi di stile composito in quella pietra d'Oira, sul lago d' Orta, che conserva a meraviglia i profili più delicati e i minuti fogli sbozzativi dell'artista, ed assume col tempo la tinta in tutto e la patina quasi del bronzo antico.

E nei due quadretti alle sommità che stanno incluse due preziose tavole colle effigi di San Pietro e di San Paolo ascritte al Borgognone ma che Matteo Valerio dichiara *incerti auctoris*, e commendevole si appalesa anche in queste edicole marmoree la sapiente policromia ottenuta colle varietà di marmi impiegativi.

Anche qui, come nell'altare, la creazione del Volpi così corretta e cospicua, appar oggidì soffocata in parte dalle vicine superfetazioni dello stile barocco del secolo successivo, quali la balaustrata e le vicine statue dei citati artisti; ma va aggiunto che all' occhio esperto dell' osservatore non sfugge menomamente il gran divario che corre fra quei lavori artistici che hanno del resto un secolo e più di differenza, e il distacco è anzi tale che fa tosto individuare, per così dire, l' opera dal Volpi in modo da non lasciare equivoci di mezzo.

Una prova perspicua l'abbiamo in una recente constatazione che fornisce un argomento di più, se pur ve ne era bisogno, circa all' essere il trittico d'avorio la pala che sormontava l'originario altare campionese del tempio, ora a Carpiano, e circa l'epoca in cui fu relegato, dal posto d'onore sotto la cupola del capocroce, alla oscura quiete della Sagrestia vecchia.

Ed è la seguente.

Il trittico dell' Embriachis poggia da alcuni anni sopra un basamento di legno rettangolare senza pretese di sorta alcuna, ma che si accorda forse meglio col carattere antico di quell'insigne monumento, coevo del pristino altare iniziato dai padri certosini nel 1396 e che formava con esso un tutto solo.

Ciò però data unicamente dal 1892 e fu provvedimento adottato dall'Ufficio Regionale per togliere specialmente dalla base del trittico quattro bassorilievi del Rusnati della seconda metà del XVII, che vi erano stati adattati poco opportunamente con una mensa sul davanti in legname che avrebbe potuto eventualmente servire anche ad uso d'altare.

Solo, nell'asportare dal tempio quelle sculture che veggonsi oggidì nel museo del chiostro e raffigurano in quattro quadretti, l'Annunciazione, la Visitazione, il Presepio e la Fuga in Egitto, si giudicarono forse dell'egual epoca i due mensoloni marmorei che sorreggevano il trittico, e questi pure vennero rimossi e giacciono oggidì, confusi con altri pezzi, nelle tre sale destinate ad uso magazzino che l'Ufficio predetto dispose venissero apprestate all'uopo nel cortile del palazzo ducale.

Orbene, quei due mensoloni, lavorati da fine scalpello, e che risultano visibili nelle fotografie del trittico pavese state fatte negli anni scorsi dalle ditte Brogi e Noack, sono precisamente identici a quelli predisposti dal Volpi Ambrogio nel basamento delle due edicole accanto all'altar maggiore e non solo il marmo ma perfino le più minute particolarità della lavorazione rivelano nel suo autore lo stesso Volpi.

Ne viene da ciò che possediamo con tale constatazione un sicuro dato per conoscere l'epoca di collocamento nella Sagrestia vecchia del trittico d'avorio, e poichè ciò avvenne negli anni dal 1567 al 1570 in cui il Volpi attese alla costruzione del nuovo altar maggiore e alla decorazione del presbitero, conferma una volta di più, in appoggio alle attestazioni del Le Moine e del Fichard del 1515 e del 1536 che quel trittico era per l'appunto la pala del pristino altare del tempio, e che fu relegato nella Sagrestia precisamente a datare dall'anno 1567 in cui il detto altare fu portato dai padri certosini alla loro Grangia di Carpiano.

E, per ultimare oramai questo studio preliminare dell'opera dell'Ambrogio Volpi di Casale, nel presbitero della Certosa pavese, non ci resta che concludere che se queste recenti constatazioni intorno all'epoca in cui sorse il nuovo altar maggiore del tempio, vennero a convalidare le presunzioni e le risultanze di fatto già esposte in questo stesso periodico circa all'essere la mensa quadrifronte di Carpiano il pristino altar maggiore campionese della Certosa stessa, — locchè è già per se archeologicamente importantissima acquisizione, — ne diedero altresì l'insperata compiacenza della rivelazione di un ignorato architetto-scultore di prima vaglia e degno di star al paro dell'Omodeo, del Briosco e di quanti si immortalarono alla Certosa pavese, Ambrogio Volpi, da Casale.

DIEGO SANT'AMBROGIO.

LA TRAZIONE ELETTRICA

SULLE STRADE FERRATE (1).

(Continuaz. vedi pag. 647).

74. *Economia nelle spese di esercizio.* — Esaminiamo prima le modificazioni che subiranno le spese di trazione.

Queste spese comprendono:

1. Le spese per l'acqua e il combustibile ossia le spese di produzione della forza motrice.
2. Quelle per il personale (fuochista e macchinista).
3. Quelle per l'olio, la pulizia e la manutenzione delle locomotive.
4. Le spese di ammortamento del materiale e le spese generali.

Per la Compagnia del Mezzogiorno della Francia tali spese si sono elevate nell'anno 1895 ai seguenti valori per treno chilometro.

Acqua e combustibile	L. 0,261
Fuochista e macchinista	» 0,155
Grasso, pulizia, manutenzione delle locomotive	» 0,162
Grasso, pulizia, manutenzione dei vagoni .	» 0,176
Ammortamento e spese generali diverse .	» 0,047
Totale	L. 0,801

75. *Produzione della forza motrice.* — La composizione media dei treni ai quali si riferiscono le spese qui sopra è data dal seguente prospetto:

	Treni viaggiatori	Treni misti	Treni merci
Composizione media vagoni	9,4	10,17	31,66
Percorso chilometrico annuale dei treni	8 600 927	5 217 423	7 430 535

Il peso medio dei vagoni merci e viaggiatori può stimarsi 10 tonn. D'altra parte lo sforzo di trazione medio per tonn. può stimarsi di Kg. 4,5 a 5 per i treni viaggiatori e i treni misti e di Kg. 3,5 per i treni merci.

Lo sforzo medio di trazione per le diverse categorie di treni sarebbe dunque circa:

500 a 550 Kg. per i treni viaggiatori e misti
1200 » 1250 » per i treni merci.

(1) Memoria pubblicata dal Sig. E. De Marchena nel « *Bulletin des Ingénieurs Civils de France.* »

cui deve aggiungere un 10 % per tener conto del peso morto degli apparati elettrici.

Lo sforzo medio di trazione per treno sarebbe quindi di circa 750 a 800 Kg. ciò che corrisponde a una produzione sul quadro delle officine generatrici di 3,5 Kilowatt ora per treno chilometro.

Nel caso della trazione elettrica le spese per la produzione della forza motrice comprenderebbero le spese delle officine generatrici e quelle delle sottostazioni. Le spese delle officine generatrici comprendono esse stesse:

1. Le spese per combustibile,
2. Le spese per la mano d'opera;
3. Le spese per la lubrificazione e manutenzione del materiale.
4. Le spese diverse.

Queste spese di produzione del chilowatt-ora dipendono enormemente dalla potenza delle officine, dal loro carico medio, e dal prezzo del combustibile.

Per le grandi officine composte di potenti unità che lavorano a pieno carico queste spese sono molto ridotte e il consumo di combustibile ha un'influenza preponderante, per esempio per un'officina composta di tre unità di 1500 Kilowatt che consuma del carbone a 18 lire la tonnellata e producente annualmente 15 milioni di Kilowatt-ora queste spese possono essere valutate come segue.

		Spesa annua	Spesa per Kw.-ora.
Combustibile 22500 tonn. a 18 lire . . .	L.	405 000	L. 0, 0270
Personale dell'officina	»	65 000	» 0, 0043
Lubrificazione, manutenzione delle macchine	»	70 000	» 0, 0047
Spese generali diverse	»	60 000	» 0, 0040
Totale	L.	600 000	L. 0, 0400

Il consumo di combustibile è stato ritenuto, periodo di avviamento compreso, di Kg. 1,5 per Kilowatt-ora.

A titolo di confronto diamo i risultati di funzionamento di qualche officina americana e europea.:

1. *Officina di Pittsburg* (Produzione di 3300 Kilowatt-ore per giorno, si consuma polvere di carbone che costa L. 4 la tonnellata.

Consumo di carbone	Kg. 1, 800	per Kilowatt-ora
Spesa di combustibile	L. 0, 008	» »
Spese per mano d'opera	» 0, 013	» »
Spesa totale	» 0, 024	» »

2. *Officina di Washington* (Due macchine da 200 Kilowatt producenti al giorno 2500 a 3600 Kilowatt-ora.

Consumo di carbone . . .	Kg. 1, 60 a 1, 95	per Kilowatt-ora
Spesa totale	L. 0, 051	»

3. *Officina di Rouen* (Tre macchine da 300 Kilowatt producenti 3 a 4000 Kilowatt-ora al giorno:

Spesa in combustibile	L. 0,046	per Kilowatt-ora
Spesa totale	» 0,077	»

4. *Officina di Amburgo* (Macchine da 400 e 800 Kilowatt per l'illuminazione e la trazione che producono al giorno 15 a 20000 Kilowatt.

Consumo di carbone .	Kg.	1,26 a 1,40	per Kilowatt-ora
Spesa per carbone . .	L.	0,03	»
Spesa totale	»	0,055 a 0,060	»

(Quest'ultima spesa che comprende la manutenzione di batterie di accumulatori importanti è sensibilmente aumentata in causa delle ineguaglianze nel servizio luce. Però dal giorno dell'apertura dell'officina ha cominciato a decrescere).

Si vede dunque che la cifra L. 0,04 da noi ammessa per le officine potenti destinate a fornire l'energia a una rete di strade ferrate è ben giustificata.

E potrà anche essere sensibilmente ridotta, quando si potrà avere il combustibile a un prezzo migliore di quello che noi abbiamo supposto (in particolare per le officine situate vicino alle miniere) e dappertutto ove si potranno utilizzare le cascate d'acqua.

In quanto alle spese delle sottostazioni esse dipendono considerevolmente dalla loro composizione.

Per una sottostazione di 1000 Kilowatt con convertitori rotativi della capacità di 2 milioni di Kilowatt-ora per anno le spese possono valutarsi come segue:

Spese per il personale	L.	7000	per anno
Lubrificazione e manutenzione . . .	»	5000	»
Spese diverse	»	3000	»
Totale	L.	15000	»

ciò che equivale a L. 0,0075 per Kilowatt-ora.

Per una sottostazione che non contenga che trasformatori statici queste spese non supererebbero il terzo delle cifre precedenti. Quindi la spesa totale per Kilowatt-ora portato sul quadro delle officine generatrici non supererà le L. 0,0425 — 0,0475 e la spesa per treno chilometro richiedente 3500 Watt-ora sarà inferiore a L. 0,17. Si ha dunque da questo lato un'economia di circa L. 0,09 per treno-chilometro sulle spese che s'incontrano per l'acqua e il combustibile occorrente alle locomotive a vapore.

Osserviamo che nella cifra L. 0,17 la spesa per il combustibile non entra che per L. 0,095 mentre che per lo stesso servizio le locomotive avrebbero consumato per L. 0,25 circa. Questo risultato è facile da spiegare.

Invero vedemmo che il rendimento totale delle trasmissioni elettriche

è press'a poco uguale a quello delle locomotive a vapore. La differenza è solo dovuta al diverso consumo per cavallo ora delle grandi unità di 2000 a 2500 cavalli a doppia o a tripla espansione con condensatore rispetto a quello delle locomotive. Ci sarà anche la differenza tra i prezzi dei combustibili che possono utilizzarsi nei due casi e nel caso della locomotiva occorre sempre un combustibile più caro per la migliore qualità e per le condizioni particolari a cui deve soddisfare.

Infine tutta la potenza prodotta dalle officine elettriche è utilizzata, i motori elettrici in riposo cessano di consumare mentre la locomotiva a vapore ferma continua a consumare e all'arrivo tutto il calore della massa d'acqua delle caldaie e il carbone sulla griglia sono perduti.

Non c'è dunque da meravigliarsi se nel caso della trazione a vapore si constata una spesa 2,5 volte più grande che nel caso della trazione elettrica.

76. *Personale conducente.* — Queste spese sono considerevoli nel caso delle locomotive a vapore.

Invero due uomini sono indispensabili, il macchinista per condurre la macchina, manovrare i diversi apparati e sorvegliare i segnali e la via, il fuochista per alimentare la caldaia.

Per il lavoro difficile e la grave responsabilità questi uomini devono essere di valore e pagati bene.

Infine il lavoro materiale e morale ch'essi sono chiamati a fare è così penoso, faticoso e snervante ch'essi non possono resistere per troppo tempo consecutivo e quindi il percorso chilometrico annuale che essi effettuano è relativamente mediocre.

Colla trazione elettrica la questione è diversa.

Un solo uomo basta alla manovra sempre quando sia previsto il caso di accidente e che sia facile la sostituzione per mezzo di un altro impiegato del treno.

Non sono richieste a questo individuo le nozioni speciali che sono indispensabili per un macchinista e quindi può essere pagato meno.

Infine non ha alcun lavoro materiale da fare, può essere seduto e la sua sola funzione è quella di stare attento ai segnali della strada. Sarà anche facile colla trazione elettrica disporre le cose in modo che la manovra degli aghi degli scambi comandi nello stesso tempo l'invio della corrente nelle sezioni percorse dal treno in modo che un errore di manovra sia reso impossibile.

In queste condizioni un uomo potrà fare un percorso chilometrico annuale ben maggiore di quello del macchinista e del fuochista.

Malgrado ciò egli si affaticherà meno e alle fermate potrà occuparsi di un altro lavoro come la pulizia e la manutenzione dei congegni elettrici.

Supponendo che ogni conduttore di locomotiva elettrica percorra in media ogni giorno 200 a 230 Km. (cioè il 50 a 60 % di più del percorso dei macchinisti e fuochisti) e sia pagato con L. 7 a 8 al giorno la spesa risultante non supererebbe L. 0,035 per treno chilometro. Portando questa

cifra a L. 0, 045 saremo assai larghi e avremo ancora un'economia di L. 0, 11 per treno chilometro rispetto alle spese occorrenti alla trazione a vapore.

77. *Lubrificazione, pulizia e manutenzione delle locomotive.* — Anche da questo lato la trazione elettrica ha dei vantaggi rispetto alla trazione a vapore. Non si può infatti mettere a confronto la manutenzione che esigono i motori elettrici così semplici e nello stesso tempo così robusti con quella richiesta dagli organi delicati delle locomotive e sopratutto dalle caldaie che richiedono sorveglianza e cure minuziose.

D'altra parte le locomotive elettriche saranno in minor numero perchè vedemmo ch'esse possono fare un percorso chilometrico più grande.

Quindi non solo la manutenzione sarà minore ma ancora riguarderà un numero minore di locomotive.

La mancanza di grandi linee elettriche impedisce di porre quì delle cifre sicure però si può ragionevolmente supporre che starà la medesima proporzione tra i due sistemi di trazione, posti nelle nuove condizioni ma identiche per tutti e due, che sta fra quelle che si poterono constatare sulle linee secondarie, sulle strade ferrate e sulle strade comuni.

Ora in quest'ultimo caso le spese di manutenzione col sistema elettrico non hanno mai superato il 40 a 50 % di quelle richieste dal sistema a vapore a pari lavoro. Si può dunque ammettere che la stessa proporzione si conserverà sulle strade ferrate.

Si può anche osservare che le spese di manutenzione per il chilometro percorso richieste dalle locomotive di strada ferrata primaria non sono in media molto più grandi di quelle richieste dalle piccole locomotive per le strade secondarie o dei sobborghi.

È probabile che la stessa cosa succederà colla trazione elettrica perchè quantunque gli apparecchi elettrici per le strade primarie debbano essere molto più importanti le velocità sono molto più grandi e gli apparecchi più robusti in rapporto al servizio che devono fare.

Le spese di manutenzione sulle strade ferrate interurbane dell'America a trazione elettrica raramente superano L. 0, 04 a 0, 05 per chilometro percorso e sovente si ridussero a L. 0, 03.

Stimando sulle grandi strade ferrate questa spesa a L. 0, 07 (il 40 a 45 % delle spese di manutenzione richieste dalle locomotive a vapore) noi avremo fatto una valutazione abbastanza larga.

L'economia sarà dunque almeno di L. 0, 09 per treno-chilometro.

78. *Lubrificazione, pulitura e manutenzione dei vagoni.* — Quì non c'è da sperare su una gran differenza. Però essa esisterà ancora in favore dell'elettricità in grazia alla soppressione del fumo, e dello scappamento del vapore impregnato d'olio che contribuiscono a lordare rapidamente la vernice dei vagoni, i corrimano di ottone, e anche l'interno dei vagoni.

Conteremo per questa partita su una economia di L. 0, 01 per Kilometro percorso.

79. Riassumendo le varie spese passate in rivista troviamo i seguenti risultati:

economia nella produzione della forza motrice	L. 0,09
» nel personale di condotta	» 0,11
» nella manutenzione e lubrificazione delle locomotive	» 0,09
» nella manutenzione e lubrificazione dei vagoni	» 0,01
economia totale per treno chilom. sulle spese di trazione	L. 0,30

E non solo sulle spese di trazione si potrà realizzare un'economia. Le spese della via la cui sorveglianza e manutenzione costano attualmente le cifre enormi di L. 2500 a 3000 per chilometro corrispondenti press'a poco a L. 0,40 per treno-chilometro potranno essere notevolmente ridotte.

Infatti i carichi massimi per asse potranno essere diminuiti e di più le locomotive elettriche sono completamente prive dei movimenti perturbatori propri delle locomotive a vapore che tendono a disorganizzare le vie meglio stabilite senza la sorveglianza costante e la manutenzione continua a cui sono soggette.

Ci sarebbe è vero da aggiungere la manutenzione delle linee aeree od altro sistema che serve a condurre l'elettricità alla locomotiva, ma questa spesa è minima non sorpasserà le L. 100 a 150 per chilometro di strada e non arriverà mai ad assorbire l'economia realizzata nella manutenzione della via propriamente detta.

Aggiungeremo che colla trazione elettrica la marcia dei treni potendo essere modificata dalla strada stessa per mezzo di apparati controllanti l'invio della corrente i pericoli di collisioni saranno minori e il personale addetto ai segnali e alla linea potrà essere ridotto.

80. Riassumendo crediamo di poter concludere il presente studio affermando:

1) Che nello stato attuale dell'industria elettrica la trasformazione delle strade ferrate poste in condizioni analoghe a quelle della Francia è possibile dal punto di vista tecnico.

2) Che le spese occorrenti per questa trasformazione sono piccole relativamente al capitale rilevante già impiegato in queste intraprese. Spesa che può valutarsi in media da L. 30 a 40 000 il chilometro.

3) Che l'aumento delle entrate e le economie nelle spese di esercizio alle quali la trazione elettrica condurrà saranno maggiori dell'interesse e dell'ammortamento di queste spese supplementari e renderanno l'operazione vantaggiosa dal punto di vista finanziario come dal punto di vista del progresso scientifico e materiale.

(*Fine*).

EFFETTI DI AUTOINDUZIONE VARIABILE.

(Vedi Tavola 38).

1.

In un circuito semplice dove agisce la f. e. m. sinusoidale:

$$e = \mathrm{E} \operatorname{sen} \omega t$$

in presenza di una resistenza ohmica R e di un' autoinduzione L, la corrente i, come è noto, soddisfa in ogni istante all'equazione fondamentale:

$$e = \mathrm{R}\, i + \mathrm{L} \frac{d i}{d t} \tag{1}$$

dove L è supposto costante per tutti i valori di i.

Questa ipotesi non è più lecita quando l'autoinduzione L è provvista di nucleo magnetico e quando i può assumere valori tali da portare detto nucleo a saturazione. In tal caso in luogo della (1) deve porsi più rigorosamente:

$$e = \mathrm{R}\, i + \frac{d (\mathrm{L}\, i)}{d t}. \tag{2}$$

L' equazione (2), contenendo L come funzione di (i) non è integrabile neppure colle ipotesi più semplici, se non si ammette nulla la resistenza ohmica R.

Supporremo effettivamente che R sia trascurabile.

Allora:

$$\mathrm{E} \operatorname{sen} \omega t = \frac{d (\mathrm{L}\, i)}{d t} \tag{3}$$

ed integrando:

$$-\frac{\mathrm{E}}{\omega} \cos \omega t + \mathrm{C} = \mathrm{L}\, i \tag{4}$$

o anche:

$$\mathrm{E} \operatorname{sen} \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right) = \mathrm{L}\, \omega\, i \tag{5}$$

La costante si annulla se si prende l'origine delle coordinate in modo che per $\omega t = \frac{\pi}{2}$ sia $i = 0$.

Un primo risultato della (5) è il seguente:

Qualunque sia la legge di variazione dell'autoinduzione L colla corrente i, quest'ultima è sempre in ritardo di $^1/_4$ di periodo rispetto alla f. e. m. agente.

Il valore di L, quando sia presente un nucleo magnetico, dipende essenzialmente dalla curva di magnetizzazione di quest'ultimo; curva in generale del tipo a ginocchio e provvista del ciclo d'isteresi nel caso di correnti alternative (fig. 1 Tav. 38).

Prendendo il flusso magnetico Φ come ordinata e l'intensità i come ascissa, il valore di L corrispondente ad i è dato dalla tangente trigonometrica alla curva nel punto M; si ha cioè:

$$L = \frac{d\,\Phi}{d\,i} \tag{6}$$

Come si vede dalla figura, e come del resto si può verificare nelle curve reali di magnetizzazione, la massima variazione di L ha luogo in vicinanza al ginocchio; mentre in prossimità dell'origine ($i = o$) l'autoinduzione mantiene un valore sensibilmente costante, anche percorrendo il ciclo d'isteresi.

Possiamo quindi per semplicità trascurare l'influenza dell'isteresi e considerare la curva media come curva effettiva di magnetizzazione, (fig. 2 T. 38).

Si son tentate varie vie per dare a questa curva espressione analitica:

Il *Müller* ricorre ad una funzione circolare del tipo:

$$\Phi' = \frac{1}{a\,b} \operatorname{arctg} \frac{b}{a}\, i \tag{7}$$

Il *Fröhlich* considera ciascuna branca come rami d'iperbole e pone:

$$\Phi'' = A \frac{i}{1 + a\,i} \tag{8}$$

Il *Lamont* (*) introduce una funzione esponenziale:

$$\Phi''' = A\,(1 - e^{-ki}) \tag{9}$$

Adottando, per ora, il primo tipo, che si applica ugualmente bene alla branca positiva ed alla negativa della curva, risulta:

$$L = \frac{d\,\Phi'}{d\,i} = \frac{1}{a^2 + b^2\, i^2} \tag{10}$$

(*) E. Mascart. — *Leçons ecc.* — 1897.

dove a, e, b sono costanti opportune. La variazione di L è data quindi da legge cubica; l'autoinduzione è massima quando la corrente è nulla; per piccoli valori di i, cioè in prossimità dell'origine, L è sensibilmente costante ed uguale presso a poco al valor massimo; quindi si abbassa notevolmente in corrispondenza al ginocchio e infine tende ad annullarsi assintoticamente (fig. 3 tav. 38).

Tutto ciò corrisponde bene al risultato sperimentale.

Introducendo il valore dell'autoinduzione L dato dalla (10) nella (5) si ha l'equazione definitiva:

$$E \operatorname{sen}\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) = \omega \frac{i}{a^2 + b^2 i^2} \tag{11}$$

la quale rappresenta la corrente reale che si stabilisce nel circuito coll'autoinduzione variabile.

La curva corrispondente a questa equazione, che è in generale una *sinusoide deformata,* si può tracciare in modo semplice costruendo separatamente le due curve ausiliarie (fig. 4 tav. 38):

$$\frac{E}{\omega} \operatorname{sen}\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) = z' \tag{13}$$

$$\frac{i}{a + b\, i} = z'' \tag{13}$$

La prima è una sinusoide regolare spostata di $^1/_4$ di fase rispetto all'origine, che costruiremo prendendo $\overline{OM}$ come asse dei tempi ed $\overline{ON}$ come asse delle ordinate z'.

Le seconda è una cubica passante, con un flesso, per l'origine, che tracceremo analogamente prendendo $\overline{OM}$ come asse delle correnti i, e $\overline{ON}$ come asse delle z''.

Sia P un punto qualunque della sinusoide e P_1 il suo corrispondente sulla cubica; portando l'ascissa $\overline{OQ_1}$ come ordinata del punto Q, si trova P_2 che è un punto della sinusoide deformata, cioè è l'intensità che si verifica nel circuito al tempo OQ. Infatti per il punto P_2 sussiste la relazione:

$$z' = z''$$

Il tracciato può ripetersi per tutti gli altri punti.

Come appare dalla figura 4 il carattere della deformazione dipende essenzialmente dall'andatura della cubica, la quale può assumere curvature più o meno accentuate a norma delle costanti a e b.

Imaginiamo di attribuire a queste costanti valori diversi e di determinare per ciascun caso la deformazione che ne consegue, riferendola sempre alla sinusoide fondamentale.

Le curve I, II, III, IV, V, VI (fig. 5 tav. 38) sono le deformate che corrispondono alle cubiche rispettive 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Un attento esame al metodo di tracciamento mostra subito che la deformazione è legata in particolar modo al massimo della cubica e propriamente alla grandezza ed alla posizione di questo massimo.

Indicando con M il massimo della curva 1, sarà $\overline{MP}$ l'ampiezza della cubica ed $\overline{OP}$ la distanza del massimo dall'origine.

Risulta;

1.° L'ampiezza della sinusoide deformata è tanto minore quanto più il massimo della cubica è prossimo all'origine.

2.° La deformazione tende ad esser *cuspidale* se l'ampiezza della cubica si avvicina all'ampiezza della sinusoide di riferimento.

3.° Nel caso di coincidenza di queste ampiezze, la curva deformata presenta un massimo cuspidato.

Senza ricorrere a relazioni analitiche, che risulterebbero complesse a causa delle indeterminazioni cui danno luogo, ci possiamo convincere direttamente della presenza di una cuspide, considerando il percorso completo della cubica, e costruendo l'intera branca della deformata. Per ragioni di simmetria e per essere in A (fig. 6 tav. 38) infinita la *tg* trigonometrica. il punto A riesce cuspidato.

Vediamo gli elementi del massimo M.

Dalla (13) si ha:

$$\frac{d z''}{d i} = \frac{a^2 - b^2 i^2}{(a^2 + b^2 i^2)^2}$$

Questa espressione si annulla per:

$$i = \pm \frac{a}{b} \tag{15}$$

il qual valore introdotto nella (13) da:

$$z''_{mass} = \frac{1}{2ab} \tag{16}$$

Abbiamo quindi per il massimo:

$$\overline{OP} = \frac{a}{b} \qquad \overline{PM} = \frac{1}{2ab} \tag{17}$$

dove a e b sono sempre le costanti della curva fondamentale di magnetizzazione.

Volendo confrontare tra loro curve diverse di magnetizzazione, facciamo variare le costanti:

Se a diminuisce, diminuisce parimenti la distanza OP, mentre aumenta

l'ampiezza $\overline{PM}$; ciò significa che la sinusoide deformata tende ad esser depressa, ma arrotondata.

Se *a* aumenta, si verifica l'opposto; la sinusoide deformata aumenta d'ampiezza e tende alla cuspide.

Se, restando fissa *a*, è *b* che diminuisce, tanto $\overline{OP}$ quanto $\overline{PM}$ aumentano e l'ampiezza della sinusoide cresce notevolmente pur restando sempre arrotondata.

Se *b* aumenta, la corrente tende ad esser cuspidata e depressa.

Per comprendere il significato di queste variazioni, riferiamoci alla curva di magnetizzazione ed all'equazione (10):

$$L = \frac{1}{a^2 + b^2 i^2} \tag{10}$$

che ne rappresenta in ciascun punto la derivata.

La costante *a* caratterizza in special modo la tangente trigonometrica nel flesso dell'origine; in fatti per $i = 0$ la (10) da:

$$\frac{d\Phi}{di} = L = \frac{1}{a^2}$$

Quindi la curva di Φ sale tanto più rapidamente, quanto più piccola è la costante *a* (fig. 7 tav. 38). Il coefficiente *b*, invece, influisce più propriamente sulla curvatura delle due branche, le quali risultano fortemente arrotondate se il valore numerico di *b* è grande.

In altre parole si può dire che, in generale, le costanti *a* e *b* assumeranno valori relativamente *piccoli* o *grandi* a seconda che i corpi magnetici presenti saranno dotati rispettivamente di forte o debole permeabilità magnetica.

Possiamo quindi concludere:

Un'autoinduzione variabile modifica più o meno profondamente la sinusoide di una corrente che si stabilisce in un circuito a f. e. m. alternativa; l'ampiezza può risultare tanto depressa, quanto notevolmente aumentata; la forma può tendere al tipo cuspidale.

La deformazione nell'ampiezza può verificarsi tanto in presenza di *debole*, quanto di forte permeabilità magnetica; essa dipende dal rapporto delle costanti *a* e *b*. La forma cuspidale s'incontrerà più specialmente con metalli a debole permeabilità, verificandosi per piccoli valori di *a* e *b*.

II.

Questi risultati non cambiano se, in luogo di accettare la formola del Müller come espressione analitica della curva di magnetizzazione, noi adottiamo le altre di tipo diverso date dal Fröhlich e dal Lamont.

In fatto supponiamo che la curva del flusso possa essere data da una delle due relazioni:

$$\Phi'' = A \frac{i}{1 + a i} \qquad \text{(Fröhlich)}$$

$$\Phi''' = A \left(1 - e^{-ki}\right) \qquad \text{(Lamont)}$$

e calcoliamo per ciascuna d'esse il coefficiente d'autoinduzione. Si ha:

$$L'' = \frac{d\,\Phi''}{d\,i} = \frac{A}{(1 + a i)^2} \tag{10''}$$

$$L''' = \frac{d\,\Phi'''}{d\,i} = B\, e^{-ki} \tag{10'''}$$

dove A, B e k sono costanti opportune.

L'equazione fondamentale (5) diventerà nei due casi:

$$\frac{E}{\omega} \operatorname{sen}\left(\omega\, t - \frac{\pi}{2}\right) = \frac{A\, i}{(1 + a\, i)^2} \tag{11''}$$

$$\frac{E}{\omega} \operatorname{sen}\left(\omega\, t - \frac{\pi}{2}\right) = B\, i\, e^{-ki} \tag{11'''}$$

e, procedendo in modo perfettamente analogo, costruiremo separatamente le curve ausiliarie:

$$\left.\begin{array}{l} \dfrac{E}{\omega} \operatorname{sen}\left(\omega\, t - \dfrac{\pi}{2}\right) = z \\[2ex] \dfrac{A\, i}{(1 + a\, i)^2} = z_1 \qquad B\, i\, e^{-ki} = z'_1 \end{array}\right\} \tag{18}$$

La prima è ancora la sinusoide fondamentale di riferimento; le altre due sono curve che hanno andature affatto simili alla cubica precedentemente esaminata e dedotta dall'equazione (7).

In particolare: la relazione

$$\frac{A\, i}{(1 + a\, i)^2} = z_1$$

rappresenta ancora una cubica passante per l'origine, con un massimo in corrispondenza all'ascissa:

$$i = \pm \frac{1}{a} \tag{19}$$

del valore:

$$z_{1m} = \frac{A}{4\, a} \tag{20}$$

La relazione:

$$B\, i\, e^{-ki} = z'_1$$

rappresenta invece una curva esponenziale, ma di forma analoga; essa passa parimente per l'origine ed ha un massimo all'ascissa:

$$i = \frac{1}{k} \tag{21}$$

del valore:

$$z'_{1m} = \frac{B}{k\,e} \tag{22}$$

Di ambedue queste curve si deve però tener conto solo del ramo positivo (fig. 8 tav. 38).

Data questa rispondenza di forma, si comprende senz'altro, dal nostro modo di tracciamento, che i risultati devono essere identici; avremo quindi ancora depressioni o aumenti d'ampiezza, e massimi più o meno cuspidati a norma delle costanti fondamentali, su cui potremmo ripetere tutte le considerazioni fatte.

Il carattere della deformazione dipenderà ancora in special modo dalla posizione e dalla grandezza del massimo delle nuove curve, ossia dai valori dati dalle precedenti espressioni (19 a 22).

III.

È interessante notare un caso singolare di deformazione che si verifica per particolari valori delle costanti.

Come si può scorgere dalle fig. 5 e 9, quando l'ampiezza della cubica è minore dell'ampiezza della sinusoide, la curva deformata rimane tronca. Per tutto l'intervallo Q Q' non esiste alcun valore della corrente che possa soddisfare alla relazione fondamentale (5).

Ciò si può giustificare direttamente, prendendo, ad esempio, in esame l'equazione (11):

$$\frac{E}{\omega} \operatorname{sen}\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) = \frac{i}{a^2 + b^2 i^2} \tag{11}$$

e, risolvendola rispetto ad i, risulta:

$$i = \frac{\omega}{2\, b^2\, E \operatorname{sen}\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)} \pm \sqrt{\left\{\left[\frac{\omega}{2\, b^2\, E \operatorname{sen}\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)}\right]^2 - \frac{a^2}{b^2}\right\}} \tag{23}$$

e, se non si verifica la disuguaglianza:

$$\frac{\omega^2}{4\,b^4\,E^2\,\text{sen}^2\left(\omega\,t - \frac{\pi}{2}\right)} \geq \frac{a^2}{b^2} \qquad (24)$$

la corrente i risulta imaginaria. La grandezza dell'intervallo senza soluzione $\overline{Q\,Q'}$ dipende evidentemente dalla differenza tra le due ampiezze della cubica e della sinusoide ed è tanto maggiore quanto più grande è tale differenza.

La condizione necessaria perchè $\overline{Q\,Q'}$ si annulli è che sia almeno:

$$\frac{\omega^2}{4\,b^4\,E^2} = \frac{a^2}{b^2}$$

ossia ancora:

$$\frac{E}{\omega} = \frac{1}{2\,a\,b} \qquad (25)$$

ciò che significa (per la 17) l'uguaglianza delle ampiezze della cubica e della sinusoide. (Caso della cuspide).

Facciamo un esempio. Sia:

$$E = 2000 \text{ volts}$$

$$\omega = 2\,\pi\,n = 500$$

Adottando per il coefficiente di autoinduzione il tipo (10), calcoliamo le costanti a e b in modo che all'origine ($i = 0$) sia $L = 1$ henry e, per $i = 4$ ampères, sia $L = 0,5$ henrys.

Avremo:

$$e = 2000 \text{ sen } 500\,t$$

$$L = \frac{1}{1 + \frac{i^2}{16}}$$

e quindi le equazioni (12) e (13) diventano:

$$\left.\begin{aligned} &4 \text{ sen}\left(500\,t - \frac{\pi}{2}\right) = z' \\ &\frac{i}{1 + \frac{i^2}{16}} = z'' \end{aligned}\right\} \qquad (26)$$

Il massimo della cubica corrisponde ad $i = 4$ Amp. ed è eguale a:

$$z''_m = 2$$

mentre il massimo della sinusoide è:

$$z'_m = 4$$

Vi è quindi un tratto $\overline{QQ'}$ imaginario. Per determinarlo analiticamente risolviamo il sistema delle (26) rispetto ad i; avremo:

$$i = \frac{2}{\operatorname{sen}\left(500\,t - \frac{\pi}{2}\right)} \pm \sqrt{\left\{\frac{4}{\operatorname{sen}^2\left(500\,t - \frac{\pi}{2}\right)} - 16\right\}}$$

e questa dà per i valori reali solo in quei campi delle ascisse a cui corrispondono *seni* compresi tra

$$-0,5 \quad \text{e} \quad +0,5.$$

Per tutti quei tempi t che danno archi con seno numericamente maggiore di 0,5 la corrente è imaginaria.

Supponiamo la f. e. m. E in luogo d'esser 2000 si riduca a soli 1000 volts restando inalterati tutti gli altri elementi. Poichè allora si ha:

$$z'_m = 2$$

e anche:

$$z''_m = 2$$

cioè parità d'ampiezze nella sinusoide e nella cubica, il caso corrisponde ad una deformazione cuspidale. Cioè:

$$2 \operatorname{sen}\left(500\,t - \frac{\pi}{t}\right) = \frac{i}{1 + \frac{1}{16}\,i^2}$$

e la corrente massima nel circuito raggiunge 4 ampères.

Se coll'identica f. e. m. di 1000 volts nel circuito, l'autoinduzione si fosse considerata *costante* ed uguale al suo valore iniziale di 1 henry, si sarebbe ottenuto nel circuito una corrente massima di soli 2 ampères. In questo caso quindi, per effetto di autoinduzione variabile, si verifica il doppio di ampiezza con deformazione cuspidale.

Resta ora a vedere, come si comporterà la corrente in un intervallo a soluzione imaginaria, come Q Q'.

Poichè nel tratto in questione la f. e. m. agente e non può più avere influenza alcuna, la corrente che si verifica nel circuito deve esser dovuta

alla sola autoinduzione; in altri termini per il tratto Q Q′ deve valere la relazione:

$$d\,(L\,i) = 0$$

ossia:

$$L\,i = \text{cost} \tag{27}$$

Essendo L funzione di i, come abbiamo visto, la precedente equazione non può essere soddisfatta che da un valore costante dell'intensità, ciò che significa che durante tutto l'intervallo Q Q′ la corrente si mantiene costante col valore che corrisponde al punto Q.

Siamo quindi in presenza di questo fatto singolare che nel circuito, cessando ad un tratto l'azione nella f. e. m. agente, si stabilisce una corrente sotto forma *discontinua* regolata solo dall'autoinduzione.

In questo caso la sinusoide tronca si completa con tratti rettilinei ed assume l'aspetto di una corrente alternata *trapezoidale*.

Livorno, Centrale Trams elettrici. 1898, Novembre.

Ing. G. B. Folco.

SULLA

APPLICAZIONE DELLA TRAZIONE ELETTRICA

ALL' ESERCIZIO FERROVIARIO

Nota degli Ingg. E. CAIRO e P. LANINO

(Lettura fatta nell'Assemblea Generale dell'Associazione Elettrotecnica Italiana il 26 Settembre 1898 in Torino)

L' applicazione della trazione elettrica alle ferrovie è un problema tecnicamente ed amministrativamente così complesso che solo a chi non esercita l' industria elettrica o ferroviaria può sembrare inesplicabile o semplicemente attribuibile all' inerzia delle grandi Amministrazioni ferroviarie, la lentezza colla quale si procede in questo senso.

Da qualche tempo, essendo la tecnica giunta a tal punto da dare affidamento di buon successo, si è accentuata la tendenza delle Società ferroviarie non solo estere, ma anche italiane, a passare a questo riguardo dal campo speculativo a quello dell' attuazione pratica ed anzi nel nostro paese la questione è stata affrontata con slancio pur troppo non frequente ed in principio su iniziativa e coll'appoggio dello stesso Governo.

Fra i progetti studiati dalle Compagnie ferroviarie in questa occasione ha più di tutti attratto l' interessamento dei tecnici e del pubblico quello redatto dalla Società italiana delle Ferrovie Meridionali esercente la Rete Adriatica in collaborazione colla Casa Ganz e C. di Budapest per l'applicazione della trazione elettrica su 106 Km. di ferrovia al Nord di Lecco; che affronta il problema ferroviario ed elettrico nella sua complessività.

Nella nota presente anzichè dare una trattazione generale della grave questione inerente a questa nuova applicazione della trazione elettrica

abbiamo inteso più che altro di soddisfare al desiderio espressoci replicatamente da alcuni nostri colleghi portando a loro conoscenza qualche notizia precisa riguardo alla disposizione generale del nostro impianto della Valtellina premettendovi a semplice titolo di schiarimento alcuni appunti d'indole generale.

***

Le condizioni indispensabili di un vero esercizio ferroviario completo sono a nostro avviso *il disimpegno concomitante del servizio viaggiatori e delle merci trasportando il materiale anche non elettrico in quelle unità pesanti che sono imposte dalle coincidenze con altri treni viaggiatori e dal transito delle merci.* Condizioni onerose è vero ed in parte in opposizione colla organizzazione che naturalmente dovrebbe prendere il servizio elettrico e dalle quali dipende a seconda della misura in cui si presentano, la maggiore o minore possibilità ed anche in taluni casi tutt'altro che rari, l'impossibilità di adattare pienamente il servizio elettrico alle esigenze ferroviarie.

La trazione elettrica infatti causa l'elevato costo degli impianti fissi che essa importa, specialmente se a stazione generatrice con forza idraulica, trae a fare l'esercizio con treni leggeri susseguentisi con grande frequenza, mentre invece nel servizio ferroviario vi sono unità di treno che riescono imposte per ogni determinata linea dalle sue speciali condizioni e sotto le quali non è possibile andare.

Per quanto queste sfavorevoli condizioni siano meno accentuate per le linee secondarie e fra queste in modo speciale per le linee di diramazione (per le quali non esistendo servizi di transito riesce possibile mantenere una certa indipendenza fra il servizio elettrico e quello a vapore svolgentesi sulle linee in coincidenza) pur tuttavia le condizioni di esercizio riescono sempre gravose quando si parla di applicazione della trazione elettrica per la quale non basta in generale ricorrere semplicemente agli ordinari sistemi tramviari.

Le linee ferroviarie più brevi hanno sempre uno sviluppo ragguardevole (dai 50 ai 100 Km.) le velocità pei treni viaggiatori sono piuttosto elevate (circa 60 Km.-H) e i servizi merci hanno sempre le loro esigenze gravose sia per riguardo alle forti unità di trasporto che impongono, sia per riguardo alle manovre di Stazione; ed è quindi già una arditezza affrontare un simile problema nella sua complessità, solo per linee secondarie di diramazione in cui queste questioni speciali si presentano tutte per quanto in forma meno accentuata che nelle linee principali.

Se alcuni impianti esistenti specialmente in America costituiscono come i primi tentativi di estendere ad un campo più vasto e grandioso il motore elettrico che ha già fatta così buona prova nella trazione urbana, pure essi hanno più che altro il carattere di grandi linee tramviarie interurbane mancanti della condizione indispensabile per noi a che abbiano quello di linee ferroviarie, vale a dire della concomitanza di un servizio viaggiatori a grande velocità con un servizio merci con treni relativamente pesanti.

L'impianto del tunnel di Baltimora è adattato ad un vero servizio ferroviario, ma lo è per un punto di linea tutt'affatto speciale (tunnel) e di breve percorso (5 Km.) senza che si abbiano grandi velocità e tutte quelle complicazioni inerenti alle manovre nelle Stazioni, attraversamenti, ecc. da cui derivano tante difficoltà, se vogliamo di dettaglio, ma non per questo certo trascurabili.

In questi ultimi tempi si è fatto un gran parlare della linea Nantascket Beach, quasi che fosse una completa soluzione del problema della trazione elettrica ferroviaria. ma a questo riguardo per quanto l'applicazione in discorso sia genialmente felice, pure non assurge a quella importanza che vorrebbero dargli le enfatiche relazioni dei suoi autori ed i facili entusiasmi dei non tecnici.

La linea appartiene alla New York, New Haven and Hartford Railway Company e va da Pemberton a Weymouth, avendo uno sviluppo complessivo di 10 miglia (16 Km. circa) ed è equipaggiata da Pemberton a Nantasket Junction (7 miglia) con filo aereo e da Nantasket Junction a Weymouth (3 miglia) colla oramai celebre terza rotaia isolata.

La linea è di transito poichè per essa passano tutti i treni che da Pemberton vanno a Plymouth, a Boston, ecc. ma questi siano merci che viaggiatori fanno il loro servizio con le ordinarie locomotive a vapore rimanendo il servizio elettrico limitato a treni locali per viaggiatori pesanti in tutto 64 tonn. composti al massimo di una vettura motrice ed una rimorchiata.

Treni simili però meno pesanti e simili distanze di percorso e quindi di trasmissione elettrica si incontrano in ogni impianto tramviario anche solo urbano; la sola condizione mutata è la velocità che sulla linea di Nantasket raggiunge talvolta i 60 Km. all'ora e nella concomitanza di un servizio a vapore con quello elettrico. Siamo quindi ben lontani dalle condizioni che si impongono per l'esercizio di una ferrovia e la linea di Nantasket pur segnando un progresso in questo senso od essendo interessante per molti dettagli costruttivi, non cessa di avere per questo il carattere di una linea tramviaria interurbana per quanto riflette il servizio elettrico.

In questi ultimi giorni, al principio del mese d'Agosto, a quanto viene riferito, (vedi Street Railway Journal) si sarebbe fatto in America un passo marcatissimo in questo campo, trasformando radicalmente il sistema di trazione su un complesso di oltre 50 Km., composto di tre linee irraggianti dalla città di Buffalo.

I treni viaggiatori si susseguono ad intervalli di mezz'ora e marciano alla velocità di 80 Km.; i treni merci marciano a piccola velocità, ma dispongono di una potente locomotiva capace di 1700 Kg. di sforzo di trazione alla velocità di 25 Km.

La corrente continua a 500 volt ottenuta dalla linea di distribuzione a 10 000 Volt della Niagara Falls Power Comp. viene distribuita ai treni con conduttura aerea, essendo il trolley di costruzione speciale.

Siamo ancora distanti dai ragguardevoli sviluppi delle grandi linee ferroviarie, poichè la lunghezza del maggior tronco sembra essere di soli 20 Km., ma ad ogni modo è questo il primo impianto che rivesta in modo completo quei caratteri a nostro avviso essenziali a che si abbia un vero servizio ferroviario.

Nè diverso valore per riguardo al problema ferroviario generale hanno a nostro avviso le vetture automobili e le locomotive Heilmann.

L'accumulatore elettrico fino a che si basa sull'impiego di un materiale quale il piombo non potrà mai riescire un apparecchio leggero e tutto ciò che si guadagna in capacità torna in definitiva in una dimizione di resistenza meccanica delle placche. Coi migliori tipi di accumulatori di produzione la più recente, difficilmente si sta al disotto di un peso morto di 120 Kg. per K. W. H. di capacità utile, quando si tenga conto non solo del peso delle placche, del liquido e dei recipienti degli elementi, ma pure dei cassoni di contegno di questi e delle ragguardevoli dimensioni che occorre dare al telaio della vettura specialmente ai lungaroni per il supporto di un peso così elevato come quello della batteria.

Con tale peso morto, col rendimento elettrico praticamente limitato, colla onerosa manutenzione propria dell'accumulatore, l'impiego di vetture automobili che traggano da questo l'energia, non può offrire una soluzione del problema ferroviario generale; potrà per contro tornare utile per i servizi speciali di treni locali intercalati ai treni di gran percorso, il che torna in definitiva ad un semplice servizio tramviario interurbano svolgentesi su una linea ferroviaria contemporaneamente ai treni con locomotiva a vapore cui rimane affidato il vero servizio ferroviario.

Siamo quindi in un caso analogo a quello della linea di Nantasket, e precisamente sarà da adottarsi, come in questa, il sistema a distri-

buzione di corrente sulla linea ovvero quello ad accumulatori a seconda che il traffico prevedibile è tale da consentire un succedersi così frequente di treni, quale è richiesto per avere una buona utilizzazione degli impianti fissi inerenti al primo sistema, oppure le corse restano talmente limitate da permettere facilmente la ricarica degli accumulatori per modo che non occorra una dotazione eccessivamente elevata di materiale.

La ragione di essere della locomotiva Heilmann è dovuta specialmente allo spirito di opportunismo del suo costruttore, il quale conoscendo quanto grandi siano gli ostacoli che si oppongono a rivoluzionare il sistema di trazione in un organismo industriale così complesso ed evoluto come quello ferroviario, ha preferito girare la questione cercando di produrre una locomotiva elettrica che senza dar luogo ad alcuna complicazione di servizio, potesse sostituire quando si volesse la locomotiva a vapore. Ma con tanta ricerca di assimilazione la locomotiva Heilmann in fondo si è ridotta a trovarsi come mezzo di trazione ferroviaria in condizioni, a nostro avviso, peggiori di quelle della ordinaria locomotiva a vapore che pretende sostituire. Questa d'altra parte come organo di trazione, è tutt'altro che un apparecchio imperfetto e meccanicamente rappresenta sempre uno dei migliori motori che produca l'industria moderna.

La locomotiva Heilmann porta infatti la caldaia ed il focolare nelle identiche condizioni di quelle delle ordinarie locomotive, se si eccettua una maggiore indipendenza nel fissare le dimensioni di questi organi in considerazione della base di scorrimento, dovuta all'indipendenza degli assi, che è ottenibile colla Heilmann. Rimane quindi per questo identicamente limitata la sua potenzialità per difetto comune dell'organo generatore del vapore che difficilmente può salire oltre ai 2000 HP.: e se da un più razionale impiego di pressioni più elevate che non quelle usualmente impiegate, dal soprariscaldamento del vapore ecc. si può ancora sperare di poter oltrepassare questo limite di potenzialità la condizione favorevole esiste identicamente per entrambi i tipi di locomotiva.

Questa questione della potenzialità della locomotiva non è sempre tenuta nel debito conto specialmente dagli Ingegneri ferroviari che tendono a classificare le locomotive unicamente per rispetto allo sforzo di trazione; ma ora che le grandi velocità si impongono mentre contemporaneamente il peso del treno rimorchiato tende ad aumentare continuamente, comincia ad essere tenuta nel suo giusto valore non solo la potenzialità massima della locomotiva, ma anche il rapporto che passa fra il suo peso e la sua potenzialità; che per semplicità, senza pretesa di dare una esatta terminologia tecnica, chiameremo *peso specifico* della locomotiva.

Dato un certo peso specifico esistono condizioni di velocità e di pen-

denza della linea per le quali la locomotiva non può che trasportare sè stessa, quindi quando si parla di locomotive per grandi velocità, il criterio di base per fissare il limite cui questo può giungere è precisamente il peso specifico della macchina.

Ora a questo riguardo la locomotiva Heilmann non viene punto a trovarsi in migliori condizioni di quella a vapore e mentre di queste esistono tipi che hanno un peso specifico inferiore ai 70 Kg. (per cavallo vapore) l'Heilmann del 1893 aveva un peso specifico di 140 e quello di recente costruzione 100 Kg. L'Heilmann non segna quindi, per riguardo alla velocità, progresso alcuno, come d'altra parte non offre all'esercizio ferroviario un organo di trazione di potenzialità limitata adatta pei treni locali, che conviene cercare di tenere leggeri e frequenti, per soddisfare le speciali esigenze d'un simile traffico.

Ove la locomotiva Heilmann si presenta in favorevoli condizioni è sulle linee di montagna sulle quali occorrono grandi sforzi di trazione poichè grazie all'impiego del motore elettrico permette l'indipendenza assoluta degli assi motori e quindi l'utilizzazione completa del suo peso per l'aderenza, essendo eliminata ogni difficoltà derivante dall'accoppiamento degli assi su una base di scorrimento rigida, quale si richiede coi tipi ordinari di locomotive a vapore.

Da questa indipendenza degli assi motori e dalla relativa libertà colla quale può esserne aumentato il numero diminuendone il carico singolare si può inoltre ottenere di mantenere l'armamento e le opere d'arte in migliori condizioni di lavoro, potendo forse per questa via trovare un rimedio alla continua necessità di aumentare assieme colla velocità ed il peso dei treni, pure il peso della rotaia.

Dall'applicazione del motore elettrico che è a rotazione e quindi non possiede punti morti come il cilindro a vapore, viene eliminata nell'Heilmann buona parte dei movimenti secondari della locomotiva a vapore, ottenendosi così maggior dolcezza nello scorrimento e minor consumo di energia, essendo evitati tutti gli spostamenti dei centri di gravità e l'attrito dei numerosi organi della macchina a vapore. Che questo unitamente all'impiego di motrici a vapore più perfezionate valga a compensare il maggior consumo d'energia che inevitabilmente devesi avere sulla locomotiva Heilmann di fronte a quella a vapore, per la doppia trasformazione ch'essa subisce nella prima, è questione che solo può essere risolta dagli esperimenti pratici che si attendono da anni; ed ogni giudizio basato su deduzioni teoriche sarebbe ora per lo meno azzardato.

La locomotiva Heilmann, come tutte le cose, ha essa pure il suo lato buono, ma non può certo dalla sua applicazione venire la soluzione pratica e più naturale ed elegante del problema che ci interessa.

Ed ora, avanti di entrare definitivamente nell'argomento, ci sia permesso accennare ad un'altra questione, molto importante per la chiara intelligenza di questo.

Nel nostro paese esistono forze idrauliche abbondanti e talune in ottime condizioni di utilizzazione, ma su questa nostra ricchezza nazionale si sono formate anche molte illusioni. Generalmente se ne esagera il valore, e ciò diviene tanto più vero quando si tratti di utilizzazione di queste forze per la trazione elettrica, per la quale prima condizione è che si presentino non in piccoli centri sparpagliati lungo le linee, ma in centri molto forti di migliaia di cavalli in generale.

Chiunque conosca un po' a fondo le reali condizioni dei nostri corsi d'acqua, può subito farsi un' idea del limitato aiuto che questa presunta nostra ricchezza nazionale può portare al futuro sviluppo della trazione elettrica ferroviaria.

D'altra parte gli impianti fissi che una installazione del genere impone, sono talmente onerosi che di fronte alla quota d' ammortamento generale, perde quasi ogni valore nel computo delle spese complessive il fatto di potere eliminare le spese del combustibile, tanto più che il carico medio delle officine per trazione elettrica, specialmente se ferroviaria, rappresenta solo una frazione, spesso piccola, della potenzialità totale che si deve dare all'officina generatrice.

Non è quindi nella generalità dei casi l'impiego delle forze idrauliche che può rendere da sè sola conveniente la trazione elettrica su quella con locomotive a vapore. Il maggiore o minor costo della forza motrice sia essa idraulica od a vapore, può certo influire più o meno favorevolmente, ma la questione va, a nostro avviso, posta in altri termini. Un giusto criterio circa la convenienza della trazione elettrica su quella a vapore per le grandi ferrovie, non può formarsi basandosi semplicemente sull' arida disamina della questione se il cavallo vapore utile ai cerchioni delle ruote costi più se prodotto direttamente dalla locomotiva a vapore, o se trasmessovi elettricamente da un'officina generatrice qualsiasi.

La trazione elettrica muta radicalmente il sistema di circolazione dei convogli e trasforma i criteri di base del sistema di tariffe. Al peso sostituisce la frequenza dei treni e rende le spese di trazione quasi indipendenti dalla loro percorrenza effettiva; permette quindi, senza oneri eccessivi, un servizio di treni più rispondente ai bisogni del pubblico, mentre le tariffe tendono ad attenuarsi, essendo unica mira dell'esercente di attrarre sulle sue linee il maggior volume di traffico possibile fino ad utilizzare completamente la potenzialità del proprio impianto. In queste condizioni è più nell' incremento probabile dei pro-

dotti che si deve cercare la base vera della discussione per stabilire la convenienza economica dei due sistemi, che non nel cercare di stabilire a quale di questi spetti realmente la maggior quota di spesa di trazione.

Questa non può essere assunta in modo assoluto a base del confronto perchè non si riferisce a due organizzazioni equivalentisi in quanto ad efficacia produttiva, variando sensibilmente il numero dei treni giornalieri fra l'uno e l'altro dei due sistemi per ragioni insite in essi.

Del resto la quota delle pure spese di trazione rappresenta nelle ferrovie, anche attualmente, solo $^1/_3$ del costo reale d'esercizio del treno-chilometro, quindi ancor minore importanza reale acquista nella pratica trattazione di questa questione il termine di base da cui partono ordinariamente i tecnici che se ne occupano. Che la tonnellata-chilometro trasportata dal treno elettrico consumi anche effettivamente una maggiore quantità di carbone che non quella trasportata dal treno ordinario, ciò nulla significa da sè solo; e può darsi benissimo che un incremento generale del traffico, od una economia consentita dal nuovo sistema in un altro ramo del servizio, compensino ad esuberanza il maggior consumo di combustibile.

Questo diciamo ben lontani dal voler pronunciarci più o meno favorevolmente circa la convenienza assoluta della trazione elettrica, per la quale esistono d'altra parte sempre difficoltà tecniche gravi, ma per impostare nei termini che a noi sembrano più rispondenti al giusto valore reciproco dei suoi elementi costitutivi questa importante questione generale, senza pretendere nemmeno di muovere i primi passi nella sua trattazione.

* * *

Riassunte così le condizioni attuali di sviluppo in cui si trova la soluzione di questo importante problema ferroviario ed elettrico, che certo non sono tali da autorizzare in alcun modo a ritenerlo soluto, ma semplicemente tali da lasciar sperare in una sua prossima soluzione, veniamo a brevemente esporre quali siano i criterï tecnici che, a nostro avviso, possono più facilmente condurvi.

La concomitanza delle due condizioni di un trasporto di una energia considerevolissima che può salire a migliaia di cavalli, su grandi distanze, le quali possono spingersi anche oltre ai cento chilometri, porta direttamente all'impiego di altissimi potenziali e quindi della corrente alternata sulla linea di trasmissione.

Le condizioni di marcia di un treno ferroviario sono affatto speciali, essendo soggetta a variazioni di velocità poco frequenti ed in gradi

punto numerosi, poichè per la marcia di linea è più che sufficiente avere disponibile in buone condizioni di rendimento due velocità l'una doppia dell' altra.

Solo nella fase di acceleramento della marcia, all'inizio di questa dopo una fermata, occorre una completa, dolce e graduale regolazione della velocità, ma dato il numero limitato di fermate non è grave danno se tale regolazione non può compiersi nelle migliori condizioni di rendimento.

Il numero ragguardevole di veicoli che possono essere rimorchiati, rendono d' altra parte di somma importanza la possibilità di disporre all'atto del distacco di una forte coppia motrice, per modo che il motore trifasico riesce perfettamente conveniente all' esercizio ferroviario permettendo la regolazione di velocità nei limiti sopra indicati, ed offrendo l'elevata coppia d'avviamento che si richiede. E tale applicabilità del motore trifasico riesce tanto più opportuna sia perchè non esistendo per le linee ferroviarie alcuna esigenza di estetica che si opponga all' impiego di doppi conduttori per la linea di servizio, sia perche avendosi già la corrente alternata sulla linea primaria di trasmissione riesce facile mediante trasformatori statici l' utilizzazione diretta di tale corrente, riducendone semplicemente il potenziale ai limiti che saranno imposti dalle considerazioni di sicurezza, senza impegnarsi in una onerosa trasformazione della corrente alternata in continua mediante raddrizzatori.

Ed eccoci al nodo della questione, al potenziale della linea di servizio.

Fino a che si tratta di somministrare alle vetture in marcia decine od anche centinaia di cavalli sotto forma d'energia elettrica, siamo nel caso delle ordinarie tramvie e coi potenziali ordinarï di 500 Volt circa non esistono gravi difficoltà e si può conciliare un buon rendimento della trasmissione con un costo d'impianto non eccessivamente gravoso. Ma queste favorevoli condizioni scompaiono quando ci troviamo di fronte a molte centinaia ed anche a migliaia di cavalli da trasmettere, chè allora non solo riesce difficile conciliare il rendimento col costo della linea, ma i giunti delle rotaie e le superfici di contatto degli organi di presa della corrente, divengono insufficienti a trasmettere le grandi intensità di corrente che sono inevitabili quando si voglia mantenere il potenziale entro quei limiti che sono detti comunemente, non sappiamo con quanta esattezza, di sicurezza.

A questo riguardo esiste ancora molta incertezza ed il solo studio serio che sia stato fatto in proposito è quello promosso dalla Casa Brown che richiese il parere del Kapp, Thompson e Weber, pareri autorevoli che concordano pienamente nel riconoscere le correnti elettriche pericolose per l' organismo umano a limiti ben più bassi di quelli che si

ammettono come di piena sicurezza anche in diversi regolamenti governativi.

Basta ricordarsi le paure, i dubbi, le esitanze che ora sembrano ridicoli, sull'impiego di potenziali di due o tre mila Volt, che si avevano or son pochi anni per comprendere come possa sembrare ardito il parlare d'impiegare simili potenziali sulle linee di servizio e sui veicoli automobili delle ferrovie elettriche. Ma in fondo tali dubbi sono a nostro avviso infondati, per quanto giustificabili; non già perchè non riteniamo simili tensioni pericolose, tutt'altro, ma solo perchè coi mezzi che oggi ci offre la tecnica, cogli splendidi materiali isolanti che ogni giorno l'industria va creando, collo studio accurato dei dettagli di montaggio, riteniamo perfettamente fattibili le installazioni con tremila Volt nelle identiche condizioni di sicurezza di quelle a quattro o cinque cento Volt che funzionano da anni inosservate e nelle quali gli effetti di un contatto dell'organismo umano con i conduttori non sarebbero di molto meno pericolosi ed in questa convinzione ci raffermano i numerosi esperimenti in quest'occasione da noi eseguiti assieme ai tecnici della casa Ganz e C. di Budapest fra i quali ci è dovere nominare per primo l'egregio Ing. Koloman von Kaudo capo dell'ufficio di costruzioni.

Basta riflettere a quale facile disposizione di sicurezza ci conduce naturalmente senza alcuna complicazione d'impianto il fatto che su una linea trifasica per trazione l'armamento è utilizzato come uno dei conduttori del sistema per persuaderci della possibilità di risolvere un problema apparentemente così ardito semplicemente ed in modo perfettamente sicuro.

Basta infatti garantirci che ogni inconveniente, ogni difetto d'isolamento determini un corto circuito coll'armamento ponendo in buona comunicazione con questo tutte le masse, per avere la certezza che la parte difettosa viene immediatamente posta fuori circuito per fusione delle valvole, e quindi posta in condizioni da non poter nuocere in modo alcuno a chi ne venisse accidentalmente in contatto.

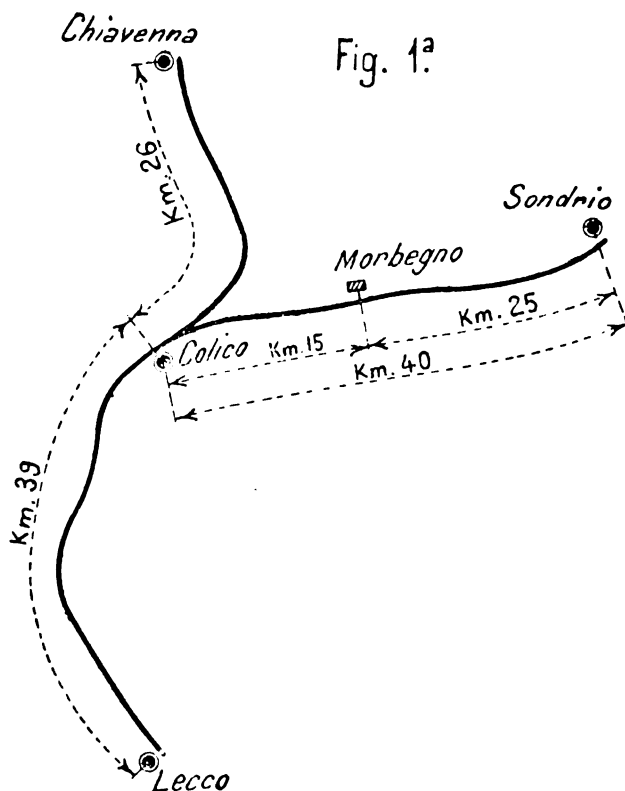
Lo studio delle disposizioni di dettaglio a questo occorrenti, come pure quelle relative agli organi di presa, ai sostegni, agli scambi, ecc. è stato fatto con cura nel progetto delle linee Valtellinesi e di essi diamo un cenno descrittivo, riassumendo contemporaneamente nelle linee generali l'organizzazione del servizio e le disposizioni dell'impianto in discorso.

* * *

Le linee interessate nell'esperimento di trazione elettrica proposto dalla Società Adriatica in unione colla casa Ganz si svolgono al Nord

di Lecco su Sondrio e Chiavenna, formando un sistema ferroviario quasi indipendente dal resto della Rete, e che si trova in condizioni di traffico tutt'affatto speciali.

Servendo oltre a tutta la costa di Levante pure il centro del Lago di Como e le stazioni di Chiavenna e Sondrio, cui fanno capo le messaggerie per l'Engadina, Bernina ed Alta Valtellina, su questa linea, in certe epoche dell'anno, specialmente nei mesi estivi, il traffico viag-

giatori assume un'importanza straordinaria, rappresentando il 65 % degli introiti totali, mentre la media annuale per le ferrovie secondarie italiane è di circa il 35 %.

Avendosi in tali mesi dell'anno a trasportare specialmente touristi, quindi viaggiatori di lusso, questa parte del servizio in estate non solo assume una preponderanza su ogni altra, ma le sue esigenze sono tali che non solo si impone un buon servizio di treni diretti celeri con materiale di lusso, ma pure un oneroso servizio di trasporto bagagli, che per la sua natura, deve esser fatto contemporaneamente a quello

viaggiatori, i quali possono in certi casi presentarsi in numero ragguardevolissimo, venendo così naturalmente imposta un' unità di treno piuttosto forte.

Durante tutto l' anno ed in modo speciale nell' estate, contemporaneamente al servizio dei viaggiatori di transito si svolge sulle linee in discorso un discreto movimento locale di viaggiatori, che è a sperarsi abbia a ricevere un incremento sensibile dall' aumentata frequenza delle corse e dalle altre migliorie di servizio che la trazione elettrica permette di offrire. A questo genere di viaggiatori più che il lusso dei treni interessa la frequenza e la rapidità dei medesimi e la modicità dei prezzi ed è informandosi a questi criterî che sui treni locali le classi vengono ridotte a due sole, essendo eliminata completamente la 1.ª classe d'uso così limitato sui piccoli percorsi.

La Valtellina e la regione riverasca del Lago di Como, sono per loro natura paesi importatori di buona parte delle derrate alimentari, essendo quasi unica produzione locale il vino, che si esporta quasi completamente per la Svizzera; esistono inoltre lungo le linee in discorso numerosi opifici specialmente di filatura e tessitura, quindi è naturale che a lato del ragguardevole traffico di viaggiatori si abbia pure un sensibile movimento di merci e perciò è stato necessario nell' organizzazione del servizio elettrico stabilire treni speciali relativamente pesanti specialmente adibiti al loro trasporto.

In queste condizioni si tratta di disimpegnare elettricamente un completo servizio ferroviario che in certe epoche dell'anno ha tutte le esigenze di quello di una linea primaria; e al conseguimento di questo difficile compito il servizio è stato organizzato partendo dai seguenti criteri generali: 1.º) separare completamente il servizio merci da quello viaggiatori; 2.º) distinguere radicalmente nella composizione e nell'orario i treni diretti facenti il servizio fra le stazioni estreme, da quelli di servizio locale; 3.º) dare ai treni una capacità sufficiente pei bisogni prevedibili facendo fronte ai bisogni eccezionali coll' aumentare il numero anzi che il peso dei treni.

Simili criterî che derivano naturalmente dalla mutata natura del sistema di generazione dell'energia occorrente per la trazione, portano ad una radicale riforma nel sistema di circolazione dei treni. Questa attualmente ha per condizione caratteristica la predeterminazione dell' orario sia pei treni ordinarî che per gli straordinarî, il che riesce fattibile data la grande capacità dei treni viaggiatori che è sempre sufficiente a far fronte alle oscillazioni nel numero di partenti non prevedibili. Ma col treno viaggiatori elettrico, per sua natura leggero, ciò non riesce possibile e se alle esigenze straordinarie del servizio

merci si potrà far fronte col treno facoltativo, a quelle del traffico viaggiatori si deve far fronte col treno *bis*, d'uso ora raro sulle nostre ferrovie, ma corrente su quelle inglesi, e ciò riesce tanto più facile quando si consideri che i treni viaggiatori marciano sulle linee valtellinesi tutti con eguale velocità, stando la differenza fra i locali ed i diretti solo nel maggiore o minore numero delle fermate. Mentre adunque per i bisogni straordinari del servizio merci colla nuova organizzazione vengono mantenute le condizioni attuali, per quelli del servizio viaggiatori è lasciato a disposizione degli agenti ferroviarî l'espediente di mettere in circolazione treni leggeri susseguentisi alla più breve distanza che sia conciliabile colle esigenze della sicurezza della circolazione, nel numero che è richiesto dalle esigenze del servizio e che è conciliabile colla potenzialità totale dell'impianto in relazione ai treni contemporaneamente in circolazione, avvicinandosi così sempre più a quella continuità di carico che è condizione necessaria per avere una buona utilizzazione degli onerosi impianti fissi richiesti dal sistema.

Colla grande frequenza che si ha col nuovo sistema di trazione, si impone la necessità di poter fare affidamento per la circolazione dei convogli su basi più sicure che non quelle del blocco telegrafico, ora esclusivamente adoperato sulle linee secondarie italiane, affidandolo ad un sistema di segnali e di apparecchi centrali di manovra. La scelta del sistema dipende essenzialmente dalle speciali condizioni della linea e quindi non crediamo che si possa presentare questo o quel sistema come il più rispondente alle esigenze del nuovo servizio; quello che è certo si è che in tutti gli impianti ferroviarî a trazione elettrica di qualche importanza, l'uso di simili apparecchi di sicurezza è necessario, come pure si potrà utilmente approffittare nello studio di questi della favorevole circostanza che deriva dall'avere un sistema centrale di produzione dell'energia, potendo garantire l'osservanza dei segnali da parte del personale conducente, mediante un opportuno accoppiamento dei segnali colla distribuzione della corrente.

Questo è stato fatto per le linee valtellinesi ove si è adottato per la circolazione dei treni l'apparecchio Webb-Thompson di staff elettrico unitamente alla manovra centrale delle leve col sistema idrodinamico Bianchi-Servettaz: e la disposizione dei circuiti è tale che non si ha corrente sulla linea d'arrivo quando il segnale a distanza di protezione di una stazione è all'arresto, e gli scambi non sono disposti per il ricevimento di un treno. Allo stesso modo non si ha corrente sulla linea di partenza quando la via non è dichiarata libera dall'apparecchio di staff e quando gli scambi non sieno predisposti per la partenza. Il circuito di alimentazione essendo montato in modo, come vedremo in se-

guito, che il primario del motore trifasico è sempre sotto corrente, è facile ottenere che ogni qualvolta manchi tale corrente, ossia quando il treno deve arrestarsi per rispetto ai segnali, funzioni automaticamente la valvola del freno Westinghouse di cui è munito ogni treno.

Organizzato il servizio su queste basi corrispondentemente alle nuove esigenze del traffico, nel progetto in esame si hanno i treni viaggiatori del peso di 65 Tonn. di cui la vettura automobile pesa 30 Tonn. circa e che potendo marciare a 60 Km. sulle pendenze sino al 10 per 1000 ed a 30 Km. sino al 20 per 1000 ha una potenzialità di 300 cavalli vapore.

I treni merci marciano rispettivamente a 30 e 15 Km. ed hanno un carro automotore capace d'uno sforzo di trazione di circa 5000 Kg. il che corrisponde al rimorchio di 200 Tonn. utili ossia di 15 o 20 carri circa.

A proposito della potenzialità dei motori elettrici per le ferrovie, l'attenzione del tecnico va richiamata su due punti che hanno una importanza speciale.

Ordinariamente per un treno ferroviario avente un peso superiore alle 200 Tonn. e che qualche volta s'avvicina al migliaio di Tonn. di fronte alla resistenza data dal treno e dalla pendenza, ben poco valore hanno in condizione ordinaria qualche centinaio di Kg. in più dati nello sforzo di trazione dalla resistenza del vento. Questo invece non è il caso del treno elettrico, che per sua natura leggero richiede per la propria resistenza e la pendenza uno sforzo di trazione qualche volta inferiore a quello di un vento forte, ma non eccezionale. È quindi a tenersi negli studi nel debito conto quest'ultima specie di resistenza che può in taluni casi assumere un valore predominante.

Nelle tramvie elettriche svolgentisi lungo le vie adibite alla pubblica circolazione, la resistenza del treno è elevata, ma nelle ferrovie elettriche in sede propria con armamento in buono stato e materiale moderno essenzialmente a carrello, tale resistenza riesce molto minore e ciò si può affermare con piena sicurezza, per quanto manchino ancora molti dati pratici in proposito.

Nelle tramvie anche interurbane ove le fermate si susseguono a breve distanza, la rapidità dell'acceleramento è condizione importantissima per la celerità della marcia ed ha anche un'influenza rimarchevole sul consumo d'energia, come risulta da un'interessante studio pubblicato dal Sig. Armstrong nello Street Railway Journal.

Nel caso della trazione ferroviaria tale necessità in un rapido acceleramento viene a mancare e riesce quindi più facile mantenerlo in quei limiti che pur permettendo una rapida marcia del treno non cari-

cano eccessivamente la linea, essendo questo specialmente nocivo per quell'aumento di costo che ogni sopraccarico di lavoro non giustificato dalle esigenze del servizio porta nel costo complessivo dell'installazione fissa.

Premesso questo sulla organizzazione generale del servizio, veniamo a dare un cenno descrittivo dell'impianto.

La forza motrice necessaria per l'esercizio delle linee valtellinesi, potendosi avere contemporaneamente in circolazione 5 treni viaggiatori e 2 merci, è di 2500 cav. vap. normali e 3500 massimi alla officina centrale, supposto un rendimento complessivo del 65 % circa in condizioni di massimo lavoro sulla linea; quale risulta dai seguenti rendimenti medî previsti.

Motori — pieno carico	92 %
medio »	85 %
Linea di servizio — minimo	97 %
medio	98, 5 %
Trasformatori — pieno carico	96 %
medio	92 %
Linea primaria di trasmissione - pieno carico	80 %
medio	92 %
Alternatori	92 %

La forza idraulica si ottiene all'officina presso la Stazione di Morbegno a 16 Km. da Colico, avendosi in magra, sotto un salto utile di 30 m. circa 12 mc. d'acqua, che derivati presso il ponte di Desco della strada Nazionale dello Stelvio vi sono portati con un canale di m. 4500 scavato completamente in tunnel nella roccia. — L'officina si compone di tre gruppi generatori di turbine a reazione ad asse orizzontale da 2000 HP ognuna con servomotori per la regolazione, direttamente accoppiate ad altrettanti alternatori trifasici generanti 2000 Kilo-Volt-Ampères a 15000 Volt direttamente con una frequenza di 15 periodi completi al 1", aventi un'eccitatrice direttamente montata sullo stesso albero. La linea primaria a 15000 Volt si svolge per tutto lo sviluppo della ferrovia su isolatori in porcellana a tripla campana, di tipo americano leggermente modificato, e sulla parte esterna, ma sulla stessa palificazione di quella di servizio, staccandosene solo nei punti in cui la ferrovia si svolge in tunnel, causa le difficoltà d'isolamento che si incontrerebbe in questi.

Essendo la tensione sulla linea di servizio di 3000 Volt, le sottostazioni di trasformazione sono tenute a 10 Km. circa di distanza, es-

sendo però la loro distribuzione esatta stabilita corrispondentemente al lavoro normale per modo da ottenere la massima economia d'impianto.

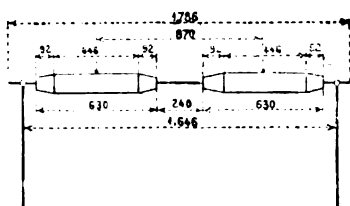
Grazie all'impiego di un potenziale elevato, l'intensità di corrente sulla linea di servizio rimane limitata a poche decine di Ampères e se il diametro del conduttore è scelto in 8 mm. non è tanto per considerazione della conducibilità quanto per quella della resistenza meccanica. Il filo è in rame tirato non ricotto e ad evitare appunto che divenga tale creando un punto debole in prossimità delle saldature, tutte le giunzioni e gli attacchi sono fatti a freddo con pezzi a strettoia lavoranti per pressione ed attrito.

L'isolamento della linea di servizio è doppio, cioè, direttamente in contatto col conduttore sono montati pezzi isolanti meccanicamente robusti in cui si fa largo impiego dell'ambroina come sostanza isolante, mentre questi isolatori sono alla loro volta sopportati da corde metalliche attaccate ad isolatori di più elevato potere isolante, ma meccanicamente più deboli.

La palificazione è normalmente in legno, con pali doppi muniti di tiranti.

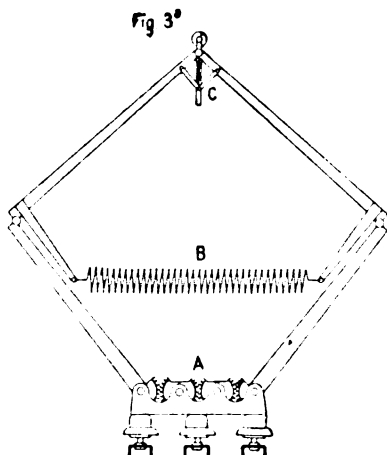
Gli scaricatori di linea sono di tipo americano Wurst a spazio corto e multiplo e sono montati in corrispondenza delle stazioni di trasformazione.

Gli attraversamenti della linea ad alto potenziale su quella di servizio, sono garantiti dalla frapposizione d'un sistema di fili morti comunicanti coll'armamento. Sui passaggi a livello, soggetti al transito di estranei, con speciali dispositivi di dettaglio, viene garantita l'incolumità del pubblico basandosi sul principio che ogni filo a terra debba essere eliminato automaticamente dal circuito meccanicamente o mediante la fusione di valvole determinando in modo sicuro un corto circuito coll'armamento.

Fig. 2.ª

La presa di corrente dai due conduttori isolati è fatta mediante due rulli di contatto in alluminio, montati su uno stesso albero in legno di bosso, imbevuto di sostanze isolanti, disposti come nella figura 2.ª.

Questi rulli hanno un diametro esterno di millim. 80 e quindi alla velocità di marcia di 60 Km. fanno 400 giri al 1'. Essi si compongono di un corpo centrale cilindrico largo mm. 446 terminante alle estremità in due tronchi di cono di 92 mm., che spe-

cialmente entrano in funzione nel passaggio sugli scambi. Per modo che la generatrice di contatto riesce in proiezione assiale di 630 mm.

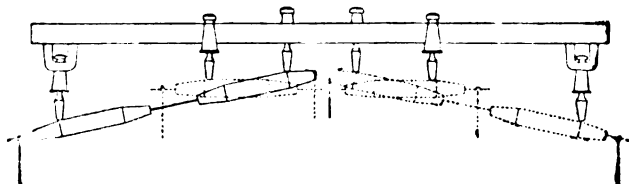
L'asta di legno porta i detti rulli in alluminio con cuscinetti a sfere isolati ed a sua volta è portata all' estremità da due parallelogrammi articolati in sbarre di legno di bosso, montate su una base in ghisa che posa sul cielo della vettura mediante l' interposizione di isolatori in porcellana a triplice campana, robusti di costruzione e presentanti larga base d' appoggio. Il parallelogramma nella sua parte inferiore presso la base porta delle ruote (A) a settori dentati, che disposte tutte nello stesso suo piano verticale, lo rendono deformabile liberamente nel senso verticale ma rigido nel senso orizzontale.

Per gli spostamenti del rullo e per far in modo che si adatti a tutte le posizioni, si hanno due sistemi di molle, uno inferiore (B) capace d'uno sforzo di circa 100 Kg. che serve per le grandi deformazioni necessarie per le sensibili variazioni di altezza del filo di servizio dal piano del ferro, superanti talvolta il metro, a seconda che si svolge allo scoperto od in tunnel. Per l' adattamento alle piccole variazioni di altezza del filo, dipendenti specialmente dalla freccia della sua catenaria, data la loro quasi continuità e la rapidità colla quale si susseguono ad una elevata velocità di marcia, un sistema di molle così potente ma nello stesso tempo dotato di grande inerzia, non sarebbe efficace e quindi il parallelogramma grande porta al vertice superiore un secondo parallelogramma snodato C con un più leggero sistema di molle, capace di soli 10 Kg. di sforzo, ma d'azione molto più pronta.

La forma di parallelogramma offre il vantaggio di dare una pressione del rullo normale al conduttore, quindi di essere indifferente dal senso di marcia del veicolo, cosa che non succederebbe coll' impiego dell'asta dei tram ordinari.

La corrente dal rullo mediante contatto di una spazzola collettrice con un collare in grafite passa ad un cavo di alto isolamento racchiuso completamente in un tubo metallico, flessibile in corrispondenza degli angoli del parallelogramma, e per mezzo di questi direttamente al primario dei motori principali.

Per facilitare l' apparecchiatura elettrica sugli scambî, i conduttori

entro le stazioni sono doppi, per modo che su ogni binario corrono 4 fili, i due corrispondenti ad una stessa fase sono tenuti a 60 cm. di distanza fra di loro sulla via normale e si staccano poi gradatameute a mano a mano che deviano le linee di marcia, per modo che il rullo di contatto passa da uno all'altro senza bisogno di speciali pezzi di guida e di interruzioni di corrente. Questa, per evitare i corti circuiti viene solo interrotta sul cuore dello scambio per una lunghezza di m. 3 e questa interruzione è ottenuta mediante l'impiego di aste di legno di bosso imbevute di speciali sostanze isolanti. Per evitare ogni interruzione di corrente sul primario, la vettura porta a ciascuna delle sue estremità un sistema di trolley, distanti fra loro di circa 10 metri, per modo che uno di essi rimane sempre sotto corrente.

Fig 4.ª

I corti circuiti fra i conduttori delle due fasi sulle vie deviate, vengono evitati mediante disposizione dei pezzi di contatto a dislivello, come risulta dallo schizzo 4.º. Con questa disposizione sono stati risolti tutti i complicati scambi delle nostre stazioni interessate, non escluso il deviatoio doppio su tre linee ed i telai dell'apparecchiatura elettrica non superano in alcun caso gli 80 Kg. di peso complessivamente.

Le vetture automobili sono meccanicamente di due tipi, a seconda che servono pel servizio viaggiatori o per quello merci: le prime portano 4 motori da 75-150 HP ognuno, le seconde altrettanti motori da 125-250 HP; essendo la disposizione di questi motori identica per i due tipi di materiale.

Dei 4 motori due soli funzionano continuamente, vale a dire sono sempre sotto corrente, ed il loro primario lavora a 3000 volt, gli altri due entrano in funzione quando occorra marciare a mezza velocità, ma occorra contemporaneamente aver disponibile uno sforzo di trazione molto più elevato. Il primario del motore ad alto potenziale è quindi interamente fisso ed interamente protetto dalla massa metallica della carcassa, comunicante coll'armamento mediante le ruote, e nessuna parte del suo circuito viene interessata nella regolazione della marcia e tanto meno nel *controller*. Questo agisce unicamente sull'indotto del motore principale facendolo lavorare o su resistenze artificiali, o in corto cir-

cuito od anche sull'induttore mobile del secondo motore. In questo caso si ha naturalmente la marcia effettiva delle due armature mobili praticamente a mezza velocità di quella di rotazione del campo magnetico del motore principale aumentandosi però lo spostamento di fase. Questo è naturale dal momento che avendosi nel circuito un doppio campo magnetico si raddoppia nel diagramma della corrente la normale dovuta alla resistenza di questi e quindi si aumenta lo spostamento in pratica da un cos φ di 0,80 discende a 0,70 circa. La regolazione della marcia a mezza velocità si fa inserendo opportune resistenze sull'indotto fisso del secondo motore.

Con tale equipaggiamento elettrico riesce possibile superare le seguenti pendenze:

Piena velocità (60 km. all'ora)	sola vettura automobile	25 per mille
	treno di 65 tonnellate	10 »
Mezza velocità (30 km. all'ora)	sola vettura automobile	65 per mille
	treno di 65 tonnellate	30 »

Le vetture riescono così adatte anche a servizi diretti per gli eventuali prolungamenti delle linee oltre le stazioni estreme di Sondrio e Chiavenna.

Per il caso di un servizio su Milano da Lecco, pel quale è prevedibile l'impiego di una velocità superiore, i motori portano a lato dei 3 anelli corrispondenti al montaggio a stella adottato per la Valtellina, altri 3 anelli per il montaggio a triangolo, colla quale disposizione avendo sulla nuova linea una corrente con frequenza superiore si può aumentare la velocità di marcia senza aumentare la tensione, pur mantenendo costante la coppia massima del motore. Così con una frequenza di 20 periodi anzi che di 15 (come adottata per le linee attuali per poter avere l'accoppiamento diretto dei motori all'asse) si può avere colla disposizione a triangolo dallo stesso motore una velocità di marcia di 90 e 45 chilometri all'ora, senza oltrepassare i 3000 volt di tensione.

Ogni segnale di stazione è predisposto in modo, come già si è detto, che quando si trova sulla via impedita toglie la corrente sulla linea, e quindi il treno deve arrestarsi o non può partire, essendo l'arresto del treno ancor meglio garantito per la messa in azione automatica del Westinghouse, grazie ad un relais-trasformatore incluso nel circuito primario della vettura. Si noti che questo relais è a trasformatore, vale a dire la corrente di lavoro è a basso potenziale.

Questo dettaglio è degno di speciale nota perchè tutta la garanzia di sicurezza del montaggio della vettura è basata su questo principio,

che nessuna parte del circuito percorsa da corrente ad alto potenziale sia interessata cogli organi di condotta della marcia.

Si è notato come dal trolley la corrente passi direttamente al primario del motore per mezzo di cavi ad alto isolamento racchiusi in tubi metallici. Si è notato inoltre come il primario del motore sia completamente avvolto dalla carcassa metallica e come la regolazione della velocità non interessi menomamente le parti del circuito ad alto potenziale; aggiungiamo ora che ogni parte metallica esterna dell' apparecchiatura, basamento del trolley, tubi di protezione, carcassa del motore, manovelle del controller, assieme a tutta la cassa della vettura, sono posti mediante le ruote in buona comunicazione coll'armamento, che costituisce uno dei conduttori del sistema trifasico e si comprenderà facilmente come non sia stato azzardato il concetto da noi esposto in principio di questa Nota, che cioè il problema dell'impiego dell'alto potenziale sulle vetture delle ferrovie elettriche, appunto per il fatto di avere uno dei conduttori costituito dall'armamento, sia un problema semplice e solubile.

In questa nostra convinzione ci rafforzano gli autorevoli pareri di tecnici competenti ed i brillanti e numerosi esperimenti sino ad ora compiuti in concorso colla Casa Ganz e C. di Budapest e speriamo che se non egualmente condivisa dai nostri colleghi, tale convinzione sia per lo meno da essi accolta con benevola fiducia ed aspettativa, in attesa negli esperimenti che stiamo per intraprendere.

Trattandosi di un pubblico servizio la questione inerente all'impiego degli alti potenziali sarà certo trattata su basi positive d' esperimento dai corpi competenti; non possiamo però a meno di esprimere il nostro vivo desiderio che ci segua sempre nelle nostre prossime applicazioni l'interessamento di questa Associazione donde certo può uscire il giudizio più competente su una questione tecnica che tanto interessa non solo il futuro sviluppo particolare della tecnica ferroviaria, ma anche quello della elettrotecnica in genere.

L'OFFICINA DELLA SOCIETÀ EDISON

IN MILANO (PORTA VOLTA).

(Sunto d'una lettura fatta all'Associazione Elettrotecnica dall'Ing. A. Bertini).

(Tavola 39).

L'officina di P. Volta in Milano si compone attualmente di un sol fabbricato, suddiviso in tre locali: il locale delle caldaie, quello delle motrici a vapore e delle dinamo e quello dei trasformatori. Le caldaie, attualmente in numero di 12, sono del tipo Cornovaglia con focolari interni ondulati tipo Fox e con riscaldatori. Hanno ciascuna una superficie riscaldata di mq. 80, non compresa la superficie dei riscaldatori. Una tubazione ad anello chiuso raccoglie il vapore, generato alla pressione di 12 atmosfere: nella tubazione fra una caldaia e l'altra, è interposta una valvola a saracinesca, che permette di separare una caldaia od una porzione di tubazione senza interrompere il servizio.

All'alimentazione delle caldaie, disposte su due file parallele, si provvede con due pompe a vapore *duplex* e con due pompe elettriche: le prime servendo di riserva alle seconde.

I prodotti della combustione, raccolti in due condotti di muratura che corrono dietro alle caldaie, mettono capo a due camini in muratura dell'altezza di m. 65 e del diametro interno di m. 3.

I due camini, comunicano fra loro a mezzo d'uua galleria sotterranea ed un sistema di serrandole permette di chiudere la comunicazione a volontà o di aprirla. Attualmente uno solo dei camini è ultimato, e serve, a mezzo della galleria di comunicazione, per ambedue le file di caldaie.

Alla base di ciascun camino è collocato un motore elettrico della forza di 20 cavalli, il quale comanda direttamente un ventilatore centrifugo.

I prodotti della combustione, a mezzo d'uno speciale sistema di serrandole, possono andare liberamente al camino, oppure essere portati al ventilatore, il quale, in tal caso, fa funzionare le caldaie a tiraggio forzato.

La capacità d'ogni ventilatore è quella corrispondente al funzionamento contemporaneo di 4 a 5 caldaie.

Ordinariamente le caldaie funzionano a tiraggio naturale. Quando il numero delle caldaie accese è inferiore a 5, per ogni camino, e la domanda di energia elettrica aumenta repentinamente (come avviene all'estate durante i temporali) in guisa da rendere necessaria l'accensione di altre caldaie, i ventilatori offrono, aumentando artificialmente il tiraggio, un mezzo pronto ed efficace per aumentare in pochi istanti la produzione di vapore, concedendo ai fuochisti il tempo necessario per accendere altre caldaie.

Questo sistema è applicato in quasi tutti i più recenti impianti in America: con questa differenza, che mentre gli ingegneri americani preferiscono l'impiego di ventilatori soffianti sotto le griglie abbiamo creduto miglior partito quello di installare dei ventilatori aspiranti alle basi dei camini.

L'aggiunta del liquido disincrostante alle caldaie vien fatta in modo continuo ed automatico, in proporzione dell'acqua evaporata da tutte le caldaie, a mezzo di un serbatoio metallico, dal quale le pompe d'alimentazione aspirano continuamente, in giusta proporzione, il liquido disincrostante.

La sala delle motrici a vapore e delle dinamo è attigua a quella delle caldaie. Essa contiene attualmente tre motrici compound Tosi a condensazione da 850 a 1000 cavalli e due motrici compound Tosi da 250 cavalli. È riservato lo spazio per l'impianto di altre due motrici da 1000 cavalli.

Ciascuna delle grandi motrici comanda direttamente una dinamo trifase Brown Boveri con annessa eccitatrice. Le due motrici di 200 cavalli comandano le dinamo a mezzo di cigne.

Le grandi motrici Tosi sono, come dissi, *compound*, a condensazione ed a valvole con basamento a conchiglia: il condensatore installato nel sotterraneo, è mosso direttamente dalla motrice.

Il diametro del cilindro ad alta pressione è di 650 millimetri, quello del cilindro a bassa pressione è di 975 millim. La corsa degli stantuffi è di 1200 millim. ed il numero dei giri del volante di 105.

A 9 atmosfere di pressione di vapore in cilindro, lavorando con condensazione, possono dare 800 cavalli effettivi col 18 per cento di riempimento; e 1100 cavalli effettivi col 35 per cento di riempimento del cilindro ad alta pressione.

A ciascuna motrice, come ho detto, è direttamente connessa una dinamo Brown Boveri, trifase, a 3600 volt e 42 cicli.

La costruzione di queste dinamo è in tutto simile a quella delle dinamo di Paderno, (vedi il *Politecnico*, vol. XLVI pag. 277).

La loro capacità massima è di 536 chilowatt ciascuna, per cos $\varphi = 0,8$, e di 720 chilowatt, per cos $\varphi = 1$. Nel primo caso ciascuna motrice assorbe 800 HP e nel secondo 1050.

Il rendimento è del 93 per cento al carico di 720 chilowatt del 91,05 per cento a quello di 480 chilowatt e dell'86 per cento quando il carico ascende a 240 chilowatt.

Queste dinamo, da che sono in esercizio, hanno dimostrato una solidità e robustezza davvero eccezionali, dovuta senza dubbio alla assoluta simmetria di tutte le parti.

Parecchie volte esse sono state messe, in causa del servizio delle tramvie, in corto circuito e poscia scaricate d'un tratto, senza che nè le motrici nè le dinamo abbiano avuto a soffrirne. Una precauzione però è stata presa per avvertire automaticamente i macchinisti mediante una suoneria elettrica quando una motrice si trovasse a lavorare improvvisamente a vuoto, onde impedire che essa per un possibile guasto al regolatore, abbia ad assumere velocità troppo grandi ed a mandare in pezzi la dinamo per forza centrifuga, come pur troppo è accaduto in molte officine generatrici per tramvie.

Il macchinista, avvertito dalla suoneria, osserva allora il tachimetro della motrice e sta pronto a chiudere le valvole d'ammissione del vapore nel caso che il regolatore non funzionasse a dovere.

I quadri di regolazione delle dinamo sono posti l'uno accanto all'altro; su un apposito ballatoio. Ogni quadro contiene un amperometro, un voltometro, una lampada di fase, un interruttore della corrente primaria, due valvole di sicurezza, il regolatore di campo nella eccitatrice di ciascuna dinamo ed un deviatore che permette di collegare ciascuna dinamo ad uno dei due sistemi di sbarre collettrici.

Questi apparecchi sono simili, a quelli dell'impianto di Paderno (vedi *Politecnico* pag. 279 tav. 21).

Di fianco ai quadri delle dinamo si trovano due quadri totalizzatori, uno per ciascun sistema di sbarre, contenenti ciascuno tre amperometri tre voltometri, due wattmetri Siemens.

Sotto ai quadri delle dinamo sono disposti i quadri dei «feeders» od alimentatori, che collegano l'officina di Porta Volta con quella di S. Radegonda e vanno ad alimentare le parti eccentriche della nostra città. Ogni quadro, oltre ai necessari istrumenti di misura, è munito d'un interruttore e delle valvole di sicurezza, del solito tipo Brown, a tubo di porcellana. Quando l'interruttore di un feeder è aperto, le valvole possono essere disposte in derivazione su uno qualunque dei sistemi di sbarre collettrici, mettendo così il cavo in comunicazione con uno dei detti sistemi o coll'altro, a volontà. Due terne di voltometri elettrostatici a 3600 volt, montati su un apposito quadro, servono ad ogni istante, di controllo dell'isolamento delle condotture sotterranee.

Se questo isolamento è buono, la differenza di potenziale è di circa 2000 volt: se cattivo, può salire fino a 3600 volt.

Sullo stesso quadro sono montate due lampade di fase ed un interruttore, manovrando il quale, i due sistemi di sbarre collettrici possono essere messi in parallelo o separati.

Attigua a quella delle dinamo trovasi la sala, che chiamerò dei trasformatori di Paderno. È destinata a ricevere 14 trasformatori trifasici, della capacità ciascuno di 350 chilowatt a 12000 volt di tensione primaria e 3600 volt di tensioue secondaria.

La casa Ganz e C. di Budapest, fornitrice di questi trasformatori, ha garantito il rendimento, a pieno carico, del 98,5 p. c.

La corrente secondaria trasformata è raccolta su un doppio sistema di sbarre e mette capo, dopo d'essere passata in due quadri totalizzatori analoghi ai precedentemente descritti, alle sbarre su cui sono montate le dinamo a vapore dell'officina di Porta Volta. Ogni trasformatore può essere facilmente tolto dalla sala, in caso di bisogno, a mezzo di un apposito carrello scorrente su un binario centrale, disposto nella sala. In corrispondenza e superiormente ad ogni trasformatore è collocato un quadro il quale, oltre agli istrumenti di misura, contiene le valvole di sicurezza, del solito tipo Brown, ed un interruttore secondario. Contiamo di servirci delle valvole primarie come da interruttori, dopo d'aver interrotto il circuito secondario, il che si può fare senza pericolo.

Gli interruttori secondari, che dovranno funzionare però alla tensione di 3600 volt, sono forniti dalla General Electric Company.

Essi sono d'un tipo affatto nuovo, e poco conosciuto, sul quale richiamo per un momento la vostra attenzione.

Ogni interruttore si compone di tre elementi: ciascuno dei quali consta di 6 cilindretti di porcellana, disposti simmetricamente su un circolo. Ad una delle estremità di ogni cilindretto è fissata una guarnizione metallica, entro alla quale può scorrere, a dolce frizione e quindi a tenuta d'aria quasi perfetta, un'asta cilindrica di ottone, la quale, spinta nel cilindretto di porcellana, vi stabilisce, sul finire della corsa, un contatto metallico fra l'asta stessa ed una guarnitura cava d'ottone che trovasi montata all'altra estremità del cilindretto e che si protende per qualche centimetro nella cavità cilindrica della porcellana. La corsa utile d'ogni asta è di cm. 10.

Ogni cilindretto è disposto in serie con quello successivo, di guisa che, manovrando colla apposita leva l'asta dentata che comanda ognuno dei tre elementi, l'arco che si forma nell' interno dei cilindri è interrotto in 6 punti per ogni elemento.

La somma delle interruzioni utili è quindi di m. 1, 20. Questo interruttore fu esperimentato nel laboratorio della Società Edison a 4000 volt e con una intensità di corrente di 150 ampère. Dopo parecchie interruzioni, smontato l'interruttore, si trovarono le superfici interne metalliche, fra le quali erasi formato l'arco voltaico in perfettissimo stato.

È difficile di spiegare il funzionamento di questo interruttore. L'efficacia della sua azione non può ricercarsi nella rapidità con cui avviene l'allontanarsi reciproco dei pezzi metallici, fra i quali si stabilisce l'arco, come negli ordinari interruttori a scatto, poichè invece in questo interruttore i pezzi metallici si allontanano con moto relativamente lento. Nè può attribuirsi alla grandezza della somma delle interruzioni, il cui valore è pressochè eguale a quello che si riscontra in altri tipi di apparecchi.

Propendo piuttosto a credere che la spiegazione debba ricercarsi nel fatto che l'interruzione avviene in un ambiente dove l'aria diviene, man mano che le aste escono dai cilindri, sempre più rarefatta, per ritornare poi rapidamente al valore della pressione atmosferica, quando le dette aste sono giunte pressochè al termine della loro corsa, cioè quando cominciano a sporgere dai cilindretti

le due fessure, ortogonali l'una all'altra, che sono praticate ad una delle estremità delle aste d'ottone, fessure che mettono in quel momento e d'un tratto in comunicazione la camera interna del cilindro di porcellana coll'aria esterna.

Comunque ne sia la teoria, i molti esperimenti fatti sa questo interruttore hanno dimostrato il suo ottimo funzionamento.

Dal tipo planimetrico, che rappresenta l'intero stabilimento di Porta Volta (tav. 39) è facile rilevare che fu riservato lo spazio per l'eventuale costruzione di una seconda officina, capace di altre sei motrici e dinamo da 1000 cavalli ciascuna.

Il fabbricato che figura lateralmente alla rimessa delle carrozze delle tramvie, è destinato agli uffici ed all'abitazione di alcuni capi operai addetti allo stabilimento.

PROVE

FATTE CON LOCOMOTIVE COMPOUND.

(Vedi tavola 40).

L'ingegnere M. F. Barbier ha pubblicato, nei fascicoli di Marzo, Giugno e Luglio della *Revue generale des chemins de fer* sotto il titolo « ***Esperienze fatte in servizio corrente sulla locomotiva compound a grande velocità*** 2158 *della ferrovia del Nord* », i risultati delle prove fatte su dette linee con una locomotiva Compound per treni diretti.

La relazione si divide in tre parti:

Nella I. parte è contenuta la descrizione delle prove fatte e dei risultati ottenuti; l'autore tratta in special modo della forza di trazione e della potenza della locomotiva sulle differenti pendenze cambiando la forza di trazione e la velocita; ed espone dati interessanti sulla resistenza propria del materiale ruotante.

La II. parte tratta ampiamente l'influenza esercitata dall'apertura del regolatore e dai cambiamenti sulla pressione del vapore, nei cassetti di distribuzione e nei receiver che collega i cilindri.

Con altre prove speciali, adoperando dei tubi più ampi per ammissione e dei cassetti di distribuzione di maggiori dimensioni, fu dato stabilire le rispettive influenze sulle perdite di pressione.

La III. parte ci pone innanzi un quadro preciso dell'azione del vapore in tutti i periodi di distribuzione e nei due cilindri, ci dà l'influenza della strozzatura delle valvole sul lavoro del vapore, e quali vantaggi si ottengono cambiando il cassetto di distribuzione ed il grado di riempimento.

Per ciascuna ricerca ai risultati delle prove sono aggiunte delle tabelle e dei prospetti grafici completati sovente a mezzo di calcoli.

Riferiamo iu sunto il contenuto di tale lavoro nell'ordine sopra indicato.

La locomotiva esperimentata.

La locomotiva N. 2158 è una fra le nuove progettate dall'ingegnere capo « de Glehn » e costruita dalla Società alsaziana a Belfort. È del tipo compound a quattro cilindri accoppiati a due a due, e l'autore accenna anche alle ragioni che fecero preferire questo tipo.

Nell'anno 1892 mentre, i treni diretti (di 26 assi) sulle tratte Parigi-Lille e Parigi Calais con una pendenza di $^{1}/_{200}$ percorrevano al massimo 65 Km. all'ora, i treni espressi Parigi-St. Quentin e il treno Roma-Calais (48 assi) colle locomotive in parola avevano una velocità di 92 Km. senza sottrarre il tempo delle fermate.

A seconda delle pendenze si cambiano le dimensioni delle locomotive, senza però mutare il metodo di costruzione a quattro cilindri, giacchè si è convinti della bontà di esso. Anzi le ferrovie francesi del Nord misero in servizio 40 locomotive di questo tipo. Nelle fig. 1, 2 e 3 (tav. 40) è dato il disegno della locomotiva in prova, le figure seguenti ci danno i diagrammi delle esperienze; bisogna però ricordare che le locomotive a quattro cilindri dall'anno 1893 in poi, e cioè per gli ultimi 3 gruppi, invece di portare tubi bollitori lisci, sono muuite di tubi a nervature radiali interne (tipo Serve).

Dimensioni principali:

Superficie totale della graticola . (f)	2,30	qm.
Superficie diretta di riscaldamenlo (F_1)	11,35	»
» indiretta . . . . . (F_2) (tubi Serve)	164,23	»
» intiera (F) . . . . . (F)	175,58	»
Numero dei tubi bollitori	107	
Diametro esterno	70	
Lunghezza dei tubi bollitori	3,9	
Pressione massima in caldaja (p)	15	Kg.cmq.
Diametro del cilindro (alta pressione) (d')	340	mm.
» » » (bassa pressione) (d'')	530	»
Corsa dello stantuffo (h)	640	»
Diametro della ruota motrice (D)	2,13	»
Ricoprimento o sporto esterno del cassetto (alta pressione) .	26,75	»
» » » » » (bassa ») .	26,75	»
» » interno » » (alta ») .	3	»
» » » » » (bassa ») .	3	»
Peso della locomotiva vuota	46,20	tonn.
» » » in servizio (G_0)	50,46	»
Peso aderente (A)	31,01	»
Carico sugli assi dall'anteriore al posteriore 9,725; 9,725; 15,51,	15,50	»
Peso del Tender (vuoto)	20	»
» » » (in servizio)	43	»
Riserva d'acqua	18	mc.
» di carbone	5	tonn.
Rapporto $\frac{d''^2}{d'^2}$	2,43	»

A dimostrare i cambiamenti che si dovettero introdurre nelle locomotive di questo genere negli ultimi 5 anni, nell'intento di elevarne la potenza, servirà la tabella seguente:

Anno	Numero della Locomotiva	p	∫	F_1	F_2	d'	d''	h	D	A	G_0
1885	1	11	2, 27	9, 50	93, 53	330	460	610	2100	27, 60	37, 80
1891	2	14	2, 04	10, 91	98, 98	340	530	640	2130	30, 50	47, 80
1893	15	14	2, 04	10, 91	144, 43	340	530	640	2130	30, 52	48, 52
1895	20	15	2, 04	10, 91	144, 43	340	530	640	2130	30, 77	48, 93
1896	3	15	2, 30	11, 35	164, 23	340	530	640	2130	31, 01	50, 46

La prima locomotiva fabbricata nell'anno 1885 ha due assi motori indipendenti l'uno dall'altro. Le ultime tre nuove locomotive hanno le caldaie in lamiera d'acciaio. L'asse della caldaia cilindrica raggiunge in questa una altezza di 2, 45 m., senza che la stabilità della locomotiva come è noto, venga diminuita.

Sono munite di due apparati di distribuzione separati l'uno dall'altro per la grande e la piccola pressione; di iniettori Friedmann, il freno Westinghouse agisce su di una ruota motrice e su di una del tender; da ultimo si è adottata una dispoizione tale da separare i meccanismi dell'alta da quelli della bassa pressione, cosicchè possono lavorare ciascuno da per sè come se fossero macchine gemelle.

In conseguenza della disposizione delle masse moventesi in linea retta sono necessari per la compensazione dei loro effetti, dei contrappesi minimi per le ruote motrici e per quelle accoppiate.

Il tender da tre assi fu portato a quattro assi dovendosene aumentare il peso da 31 a 41 tonnellate (Fig. 4-6, tav. 40).

Gli ingegneri francesi credono con ragione, che la superiorità delle loro locomotive a quattro cilindri sia stata riconosciuta non soltanto in Francia, ma anche in altri paesi, e riferiscono all'uopo un giudizio fatto in parlamento dal ministro prussiano dei lavori pubblici.

Scopo delle prove.

Siccome fin qui non si erano fatte prove di locomotive con velocità da 100 a 120 Km. per ora, così doveva questo difetto di cognizioni riguardo all'aumentare della forza motrice e della velocità, essere eliminato; dovevansi cioè poter risolvere tutte le questioni circa la velocità o per lo meno preparare una salda base per le ricerche avvenire.

Inoltre queste prove avevano per scopo di schiarire, quanto si riferiva alla potenzialità di queste nuove locomotive per treni diretti; inoltre vedere se esse valevano per trasportare carichi differenti, e cioè per poter sviluppare secondo il bisogno, l'uno o l'altro fattore, la forza di trazione o la velocità.

Si tenne conto di tutte le condizioni esposte prima e specialmente delle seguenti:

1.° Della resistenza propria del motore e delle carrozze: in special modo della resistenza dell'aria per grandi velocità ed in funzione della velocità.

2.° Della forza indicata, della forza utile e della potenza della locomotiva; come pure del carico trasportato dal treno in rapporto colla velocità dello stesso e della pendenza, tenendo conto dei valori massimi.

3.° Delle perdite di pressione in rapporto all'apertura del regolatore d'ammissione, al diametro dei tubi d'ammissione, alla grandezza del cassetto di distribuzione e del grado di riempimento.

4.° La fase di distribuzione del vapore nei due cilindri e le forze indicate in funzione dell'apertura del regolatore, delle luci di scarico, della velocità del treno e del grado di riempimento basandosi sul calcolo di numerosi diagrammi e finalmente:

5.° L'influenza del ricoprimento interno del cassetto.

Bisogna quì aggiungere che quantunque in queste osservazioni si sia trascurato di indicare il vero consumo del vapore, tuttavia il lavoro sperimentale in discorso è certamente utile per lo studio e la conoscenza della locomotiva.

Il tratto di strada su cui si fece la prova.

Siccome le prove furono fatte non con treni speciali, ma con treni in servizio regolare, così anche il tratto di prova fu una linea ordinaria.

Le linee ferroviarie sperimentate sono la Parigi-Calais e la Parigi-Lilla; esse attraversano le colline della Piccardia e servono al movimento fra la capitale francese e Londra.

Una parte di questa linea, e precisamente la Parigi-Amiens fu scelta specialmente per compiere queste prove.

Le macchine per treni diretti furono anche adoperate in prova pel trasporto di treni merci accelerati e questo avveniva sul tratto ferroviario Lens-La Plaine.

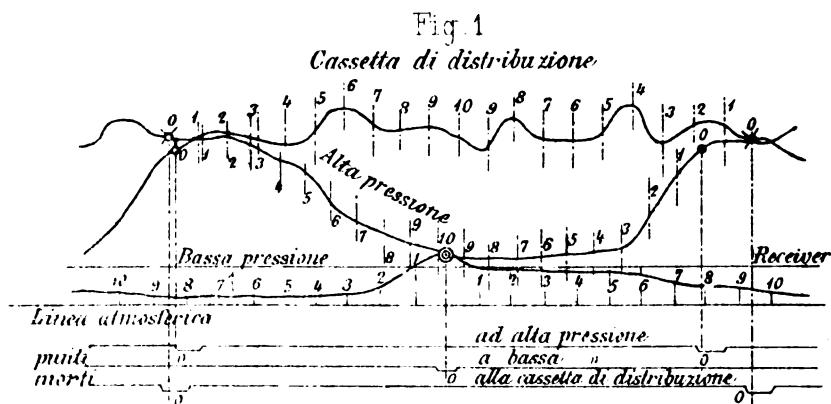
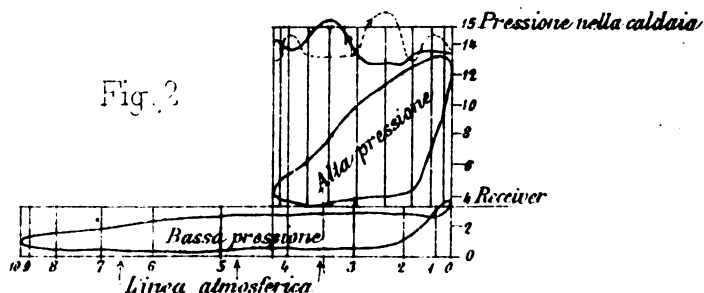
Disposizione degli indicatori.

Negli indicatori che comunemente vengono adoperati per le prove sulle macchine a vapore, il movimento del foglio di carta dovendo essere proporzionale alla corsa dello stantuffo, è necessario di fare un collegamento dell'indicatore colla testa a croce.

Con questi indicatori non si possono fare diagrammi quando la velocità supera i 100 Km. all'ora; e rispettivamente 4 giri per secondo o 5 metri di velocità dello stantuffo. Si dovette perciò ricorrere all'auto-indicatore che venne prestato dalle ferrovie francesi dell'Est, collocandolo a destra tra i cilindri di alta e bassa pressione, in modo ch'esso potesse venire congiunto alle seguenti quattro parti della macchina stessa, al cassetto di distribuzione per l'alta pressione, al cilindro ad alta pressione, al *receiver* e al cilindro di bassa.

Siccome l'indicatore non poteva indicare contemporaneamente da tutte e due le parti dello stantuffo, così si fecero le prove separatamente.

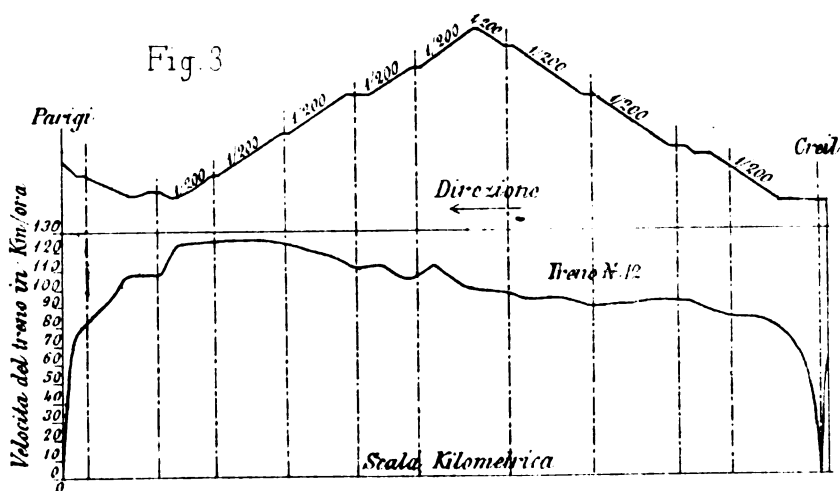
La Fig. 1 mostra un diagramma continuo, quale è stato dato da questo indicatore e la fig. 2 un diagramma chiuso dedotto dal precedente.

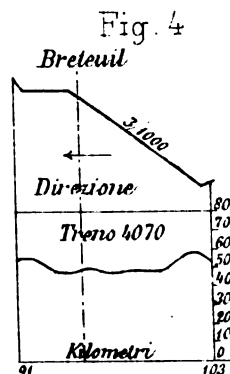
Fig. 1

Il metodo di indagine qui applicato presenta il vantaggio che il lavoro della locomotiva può, per tutto il tempo della prova, essere rilevato, il che è specialmente utile, quando come in questo caso il lavoro, per le differenti pendenze della linea, cambia, e quando per la determinazione del consumo di vapore è indispensabile la conoscenza di un valore medio.

D'altra parte però è evidente che queste indicazioni presentano lo svantaggio di non dare i valori della pressione come ordinate della corsa dello stantuffo; la linea delle ascisse non rappresenta la corsa dello stantuffo,

ma bensì lo spazio percorso dalla manovella. Questo esige una paziente trasformazione dei diagrammi senza raggiungere forse una sufficiente esattezza.

Mi permetto notare che è preferibile il metodo da me usato consistente nel sostituire alla corda dell'indicatore una disposizione che, servendo per ogni direzione di movimento, presenta il vantaggio d'essere più semplice, permette le indicazioni date con velocità qualsiasi, non rende necessario che l'operatore si trovi in una incomoda posizione sul davanti della locomotiva, e da ultimo non occorre alcuna trasformazione nei diagrammi.

Modo con cui si sono fatte le prove.

Si procedette così: due operatori stavano sulla piattaforma del macchinista, uno di questi dava le necessarie spiegazioni al macchinista e faceva

segnali a quelli che si trovavano nella *carrozza di prova*; l'altro faceva le annotazioni (pressione nella caldaia, apertura del regolatore, grado di riempimento ecc. Nella carrozza addetta alle prove si osservavano: la velocità, il tempo, il numero dei chilometri, temperatura, vento, inoltre la forza di trazione, il peso e la composizione del treno. In alcune prove si misurò pure la quantità d'acqua e di combustibile adoperati.

La velocità del treno venne pure osservata; (Figura 3 e 4). Invece dei manometri comuni fu adoperato un manometro con una graduazione in $^1/_5$ di Kilogrammo cosicchè si potè misurare molto esattamente la pressione del vapore nella caldaia.

Treni di prova.

Le prove vennero fatte, come già fu detto, non con treni speciali, ma con treni di servizio, e precisamente nei mesi di Gennaio e Marzo del 1897.

I treni di prova si limitano a 31: di cui 23 treni rapidi, 5 treni diretti, 3 treni merci accelerati; si presero 600 diagrammi, di questi ne furono calcolati 400.

Esempi.

1.° Treno rapido N. 12 il 15 Gennaio 1897 Amiens-Parigi 130, 6 Km., 13 carrozze di un peso di 144 tonnellate. Tempo impiegato comprese le fermate 1 ora e 25 minuti. La velocità fu quindi di 92, 2 Km. per ora e sottraendo 1 $^1/_2$ Min fermata a Creil, un minuto per la partenza, $^1/_2$ Min. per l'arrivo, si ottiene la vera velocità media di 98 Km. all'ora. (v. Fig. 3).

2.° Treno merci N. 4070 il 13 Gennaio 1897, Lens-La Plaine = 228 Km. Composizione del treno: 43 carri aperti carichi ciascuno di 10 tonn. di carbone, una carrozza per pacchi, una carrozza di prova; un peso complessivo di 682 tonn.

Tempo di viaggio 6 ore 15 min. Una fermata di 15 minuti. Velocità 37 Km.; Velocità vera { sulla salita $^1/_{200}$ . . . . 26 Km.
sulla orizzontale . . . . 55 » (vedi Fig. 4).

Questi risultati non si sarebbero potuti ottenere con locomotive comuni per treni merci, bisogna poi inoltre premettere che data la poca aderenza ($^{31}/_{44}$ del peso delle locomotive per treni merci) e le salite, si dovette spargere molta sabbia.

In quello che segue vengono riferiti i risultati delle differenti prove.

Resistenza del treno.

La resistenza del treno Z si compone della resistenza propria della locomotiva col tender Z_1 e delle carrozze Z_2; cosicchè chiamandosi con G G_1, G_2 i pesi e con k, k_1, k_2 le resistenze specifiche, si dovrà scrivere:

$$Z = Gk = Z_1 + Z_2 = G_1 k_1 + G_2 k_2$$

Non si fecero prove speciali per determinare la resistenza propria del motore. Si calcolò questa come segue:

$$Z_1 = Z - Z_2$$

Per lo stato d'inerzia, che solo deve essere considerato, puossi uguagliare la resistenza del treno alla forza di trazione indicata, che trovasi

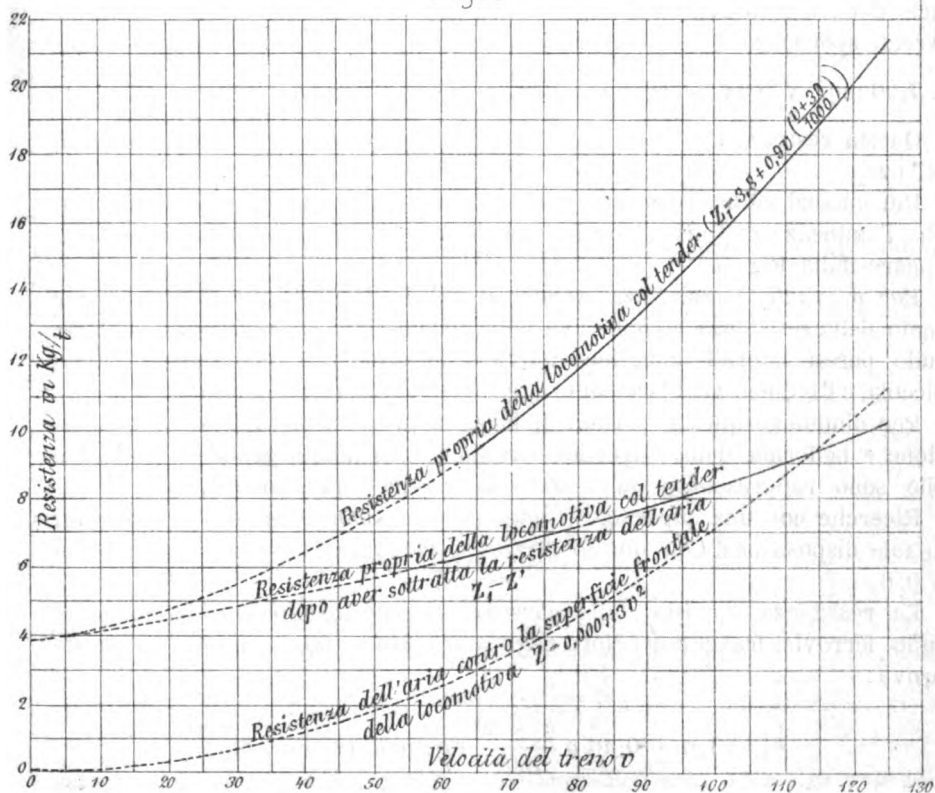
per mezzo dei diagrammi dati dall' indicatore. Il lavoro indicato in cavalli é quindi:

$$L = \frac{Z \times v \; 1000}{60 \,.\, 60 \,.\, 75} \quad \text{e quindi} \quad Z = \frac{270}{v} \; L \text{ kg.}$$

Z_2, la forza ai ganci di trazione, venne misurata direttamente coi dinamometri. In questo modo si trovarono i valori di Z_1 e $k_1 = \frac{Z_1}{G_1}$ e questi vennero riportati nella Fig. 5 e possono essere dati dall' equazione quadratica $k_i = 3,8 + 0,027 \,.\, v + 0,0009 \, v_2$ oppure nella forma binomia:

$$k = 3,8 + 0,9 \,.\, v \, \frac{v + 30}{1000} \,.$$

La costante 3,8 corrisponde alla resistenza per piccole velocità cau-

Fig. 5

sata dall'attrito dei perni, dall'attrito volvente e dagli urti subiti dalle ruote

questa costante contiene pure quella parte delle resistenze passive indipendenti da v e cioè la resistenza dell'apparecchio motore e dei giunti durante il lavoro compiuto dal vapore.

I due altri termini ci danno l'influenza della velocità tenendo conto della resistenza dell'aria sulle pareti laterali e della pressione immediata dell'aria sulla parte anteriore della locomotiva. inoltre la resistenza dei movimenti nocivi e le resistenze passive che dipendono da v.

La resistenza specifica propria della locomotiva è per esempio per $v = 100$ (chilom. all' ora):

$$k_1 = 15,5 \text{ kg/tonn.}$$

La resistenza dell'aria contro la fronte della locomotiva in moto, è stata determinata col calcolo (Prove dirette non esistono):

$$Z_1 = c \, F \, V^2$$

dove c è uguale a 0,1; F rappresenta la proiezione verticale della superficie della locomotiva che sopporta l'azione dell'aria, tenuto conto delle differenti sporgenze e delle superfici sporgenti non mascherate, che è uguale a 7,90 mq. V è la velocità in metri al minuto secondo $= \frac{v \cdot 1000}{60 \cdot 60}$.

Questa resistenza è stata misurata come funzione di v (valore in Km. all' ora.

Piu innanzi ritorneremo sulla calcolazione del lavoro ed osserviamo solo che l'influenza dell'aria, per le grandi velocità è molto rilevante come appare dalla Fig. 5.

Per $v = 120$ la resistenza assume il valore di 10,25 kg cioè il 51 per cento della resistenza complessiva della locomotiva. La resistenza dell'aria sulle pareti laterali della locomotiva e del tender è relativamente assai piccola, e l'influenza dell'aria sulle altre parti del treno è inclusa nel valore Z_2.

Per diminuire questa perdita di forza si propose di cambiare l'inclinazione e la forma della superficie frontale, che hanno grande influenza e che sono rappresentate dalla costante c nella espressione di Z_1.

Ricerche con una superficie frontale a cuneo dimostrarono il vantaggio di tale disposizione. Con questo mezzo si riduceva la resistenza dell' aria a 0,6.

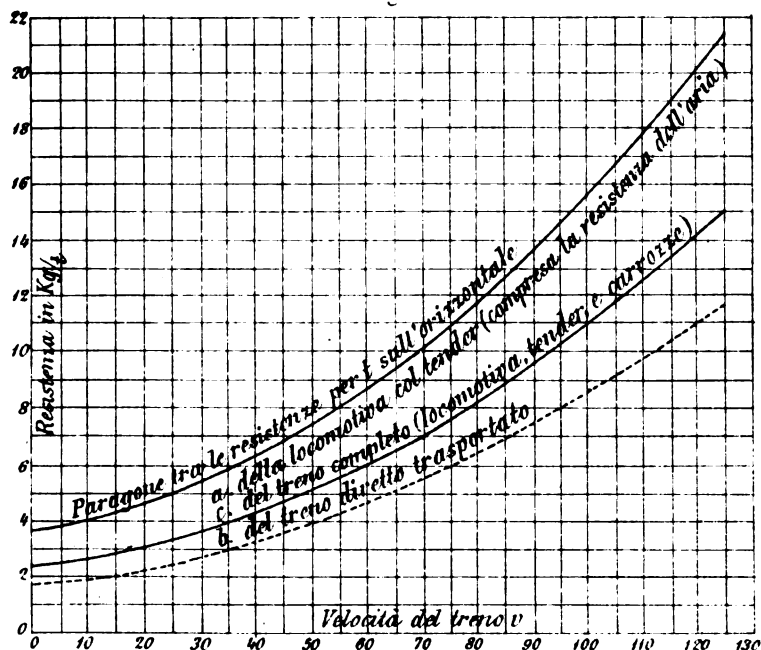
La resistenza opposta dalle carrozze si esperimentò coi dinamometri sulle ferrovie francesi del Nord negli anni 1891 e 95, e risultò da queste prove:

$$k_2 = 1,6 + 0,46 \, v \, \frac{v + 50}{1000} \text{ kg./tonn. (v. Fig. 6).}$$

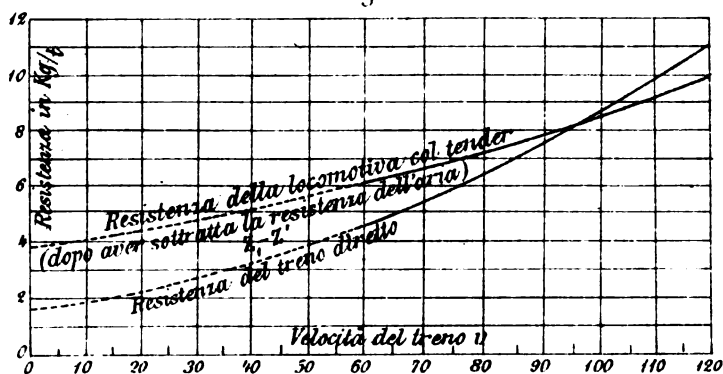
Deducendo la formola dalle misure di forza sopra descritte, si ottengono

quasi gli stessi coefficienti, il che prova che le esperienze si accordano.

Si riconosce da ciò che la resistenza opposta dalla locomotiva per grandi

Fig. 6

velocità è di 1,82 volte più grande di quella delle carrozze; in salita questo rapporto si riduce.

È interessante di paragonare ambedue i valori dopo di avere sottratto

Fig. 7

i valori calcolati più sopra per la resistenza dell'aria ed a ciò vale la Fig. 7.

Con ciò si vede, che la resistenza propria della locomotiva, senza tener

conto di quella opposta dall'aria sulla superficie di fronte è fino a circa una velocità di 97 km. più grande della resistenza opposta dalle carrozze, e che oltre questo limite sembra diminuire; si dovette veramente tanto per le carrozze come per la locomotiva non tener conto della resistenza opposta dalle superfici non bene mascherate e che contrastano il movimento.

La resistenza indicata è $\frac{270}{v}$ L e per tonn.:

$$k = \frac{Z_1 + Z_2}{G_1 + G_2} = \frac{Z}{G}$$

e può secondo le prove essere eguagliata a:

$$2,36 + 0,0245 \times v + 0,000613\, v^2 \text{ kg./tonn. (v. Fig. 6).}$$

Si ricorda qui che, essendo la resistenza della locomotiva e quella delle carrozze così differenti l'una dall'altra, una formola unica non può riuscire soddisfacente.

Per fare un paragone colle formole di Harding, Vuillemin, e Fink che in Francia ed in altri paesi per lungo tempo godettero favore, si fece una tabella dalla quale puossi vedere che la formola coi mezzi di movimento odierni e specialmente per grandi velocità, dà dei valori troppo grandi per le resistenze.

Qui osserverò, che la tabella non è completa, perchè vi mancano molte altre formole e ricorderò solo le sassoni, le bavaresi, le alsaziane-lorenesi e che danno tutte altri valori diversi. Questo è spiegabile colle differenze di costruzione, del materiale rotante, coi diversi modi di ingrassatura e le diverse materie lubrificanti e sopratutto per la difficoltà di calcolazione di altre influenze, come il vento ecc. ecc.

Non è quindi possibile dare una formola che abbia valore generale e d'altra parte la formola trinomia non è detto che sia la più generalmente applicabile. In ogni modo basta come valore approssimato, l'espressione $k = a + b\, v^2$ quando si pensi che la grandezza costante a in casi di grande velocità perde il proprio valore.

Così per esempio la formola $k = 3,2 + \frac{v^2}{1300}$, (dedotta dalle prove francesi) per velocità tra 50 e 100 km. darebbe al massimo una differenza del 2 per cento

Se si volesse per tutte le velocità, adoperare una sola formola così semplicemente espressa si avrebbero delle grandi differenze, così p. esempio per treni merci esse si eleverebbero al 10 %.

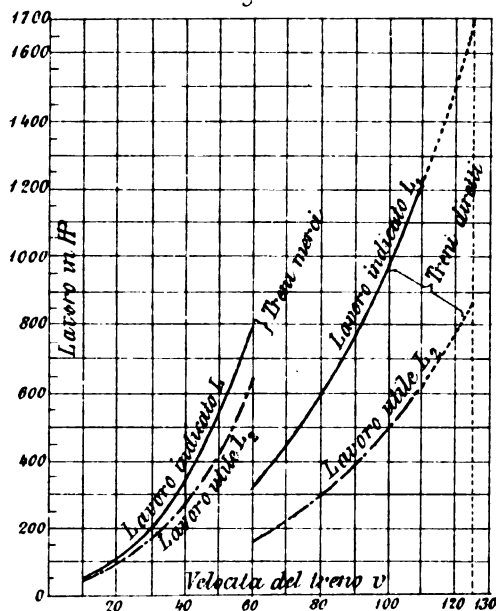
È consigliabile quindi, di separare la formola pel motore da quella per le carrozze, e di dare alle due, una forma che sia composta di due termini.

Il lavoro.

Il lavoro indicato L si compone, come abbiam visto per lo sforzo di trazione, in lavoro della locomotiva L_1 e delle carrozze L_2, si ottiene moltiplicando la forza di trazione per $\frac{v}{270}$.

Il lavoro a vuoto:

$$L_1 = Z_1 \frac{v}{270} = (Z - Z_2) \frac{v}{270}$$

è il lavoro che la locomotiva consuma per sè stessa nel trasporto di un treno. Non è da confondersi però col lavoro indicato della locomotiva durante il suo movimento a vuoto.

Giacchè in questo caso, data la egual pressione del vapore e la ugual velocità degli stantuffi il grado di riempimento è minore, cosicchè la pressione media è minore e tutte le resistenze d'attrito diminuiscono. La Fig. 8 rappresenta i lavori indicati L ed i lavori utili L_2 di cui si dirà più innanzi.

Il lavoro a vuoto L_1 è la differenza fra L e L_2 ed è rappresentato dalla figura 9.

Quella parte dello stesso, causato dalla contropressione dall'aria stagnante contro la superficie frontale della locomotiva è dato da:

$$L' = \frac{Z^1 . v}{270} = CFV^3 \frac{v}{270} = 0,000\,225 \,.\, v^3.$$

La curva L' (fig. 9) ci dà una rappresentazione grafica di questa formola per le velocità da $v = 0$ fino a $v = 125$ Km.

Il rapporto $\frac{L'}{L_1}$ cresce fino a 0,51 quando $v = 120$ Km.

Il lavoro che la locomotiva sviluppa pel movimento delle carrozze è:

$$L_2 = \frac{Z_2 \cdot v}{270}.$$

Questi lavori utili ai ganci di trazione del tender sono stabiliti per le differenti trazioni, pendenze e velocità, e portate nella fig. 8 come curve continue.

Il lavoro indicato L si ottiene calcolando col planimetro i diagrammi dell' indicatore; questi danno però soltanto il lavoro corrispondente ad una corsa dello stantuffo in Kgm. che non ha lo stesso valore per ciascuna parte dello stantuffo.

Colla locomotiva-prova per esempio il rapporto delle pressioni effettive medie del vapore davanti e dietro dello stantuffo è $= \frac{13}{14}$. Bisogna quindi addizionare le aree dei diagrammi dei due cilindri ad alta pressione e dei due a bassa pressione e prenderne la media.

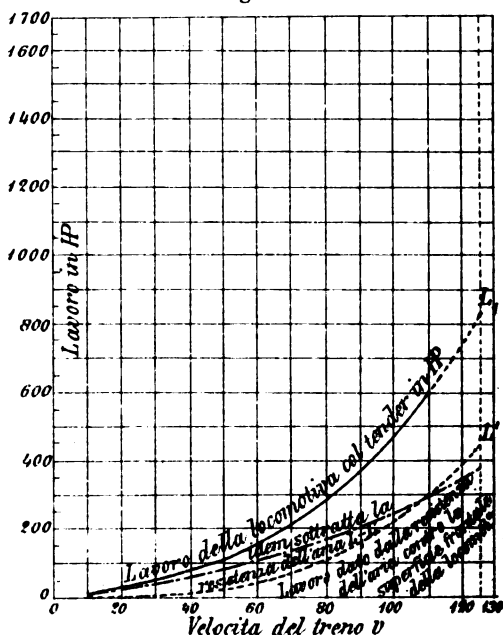
Fig. 9

Inoltre il numero dei diagrammi ottenuti con marcia in orizzontale e con velocità costante, non era abbastanza grande, per poter dedurre la legge di dipendenza dei lavori colla (v) velocità, cosicchè non si poteva fare a meno di introdurre correzioni.

Il valore di L dovrebbe essere modificato di quel tanto di lavoro che corrisponde all'accelerazione o al ritardo del treno: $\frac{G}{g} \times \frac{V^2 - V_0^2}{2 \cdot n \cdot 75}$, dove V e V_0 indicano le velocità per secondo al principio ed alla fine del tratto in osservazione, ed n la rispettiva durata di tempo, giacchè soltanto negli equilibrî dinamici, potenza e resistenza hanno lo stesso valore.

Queste correzioni sono state fatte, e si tenne anche conto della diminuzione di peso conseguente ai consumi di carbone ed acqua, fatti durante il viaggio. In quanto poi riguarda l' influenza della pendenza si ritenne la proporzionalità alla tangente dell' angolo d' inclinazione.

E questo non è a rigore completamente giusto, in quanto anche la espe-

rienza insegna che lo sforzo di trazione nelle salite è minore e nella discesa è maggiore di quello che corrisponderebbe alla tangente dell'angolo di inclinazione.

La fig. 8 mostra il modo di variazione del lavoro indicato in relazione alla velocità su via piana per un treno diretto di 160 tonn. ed un treno merci di 680 tonn. senza locomotiva e senza tender.

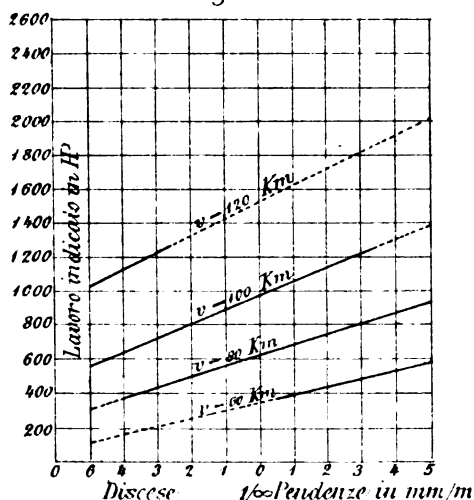
Qui si aveva:

v = 85 fino 110 Km. rispettivamente a 40 fino 58 Km.
L = 680 » 1230 HP » » 350 » 780 HP.

Le più forti tensioni ai ganci di trazione del tender sono state $Z_2 = 2,2$ e 5 tonn. e rispettivamente ai lavori indicati L = 1200 e 700 HP.

Inoltre nella fig. 10 è data la variazione del lavoro indicato in funzione della pendenza.

Per esempio per $v = 100$ e $\frac{1}{\infty}$ il lavoro indicato è L = 970 HP cosicchè vanno perduti 470 HP pel movimento proprio del motore e precisamente in causa del vento contrario 240 HP.

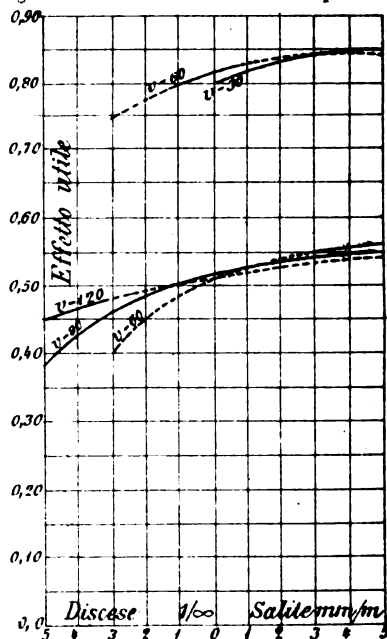
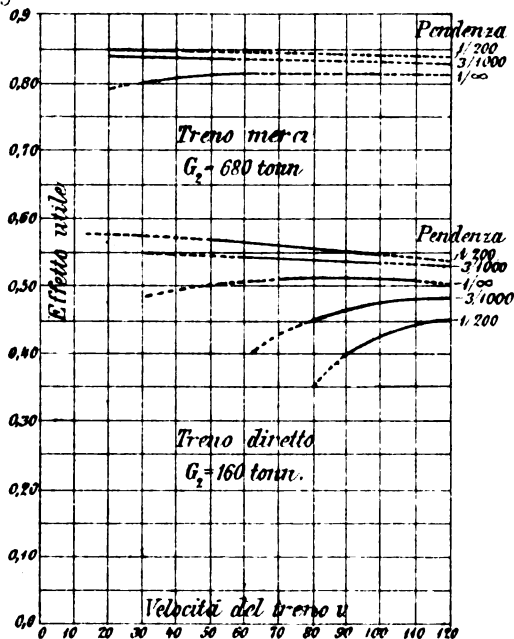
I rispettivi rapporti sono quindi: 1, 0,51, 0,48, e 0,25. Adoperandosi una superficie frontale fatta a cuneo si risparmierebbero 150 HP in aria stagnante.

Effetto utile.

Dall'esempio portato più sopra si può riconoscere di qual colossale lavoro abbisogna il motore per sè stesso. È opportuno quindi di considerare con maggiore precisione il rapporto $\frac{L_2}{L}$.

Questo rapporto fra il lavoro disponibile alla periferia delle ruote motrici ed il lavoro sviluppato nei cilindri ci dà il grado di utilizzazione della potenza della locomotiva e permette un confronto tra i differenti modi di costruzione delle locomotive:

$$\eta = \frac{L_2}{L} = \frac{Z_2}{Z} = \frac{G_2\left(k_2 \pm \frac{1000}{n}\right)}{G_1\left(k_1 \pm \frac{1000}{n}\right) + G\left(k_2 \pm \frac{1000}{n}\right)}$$

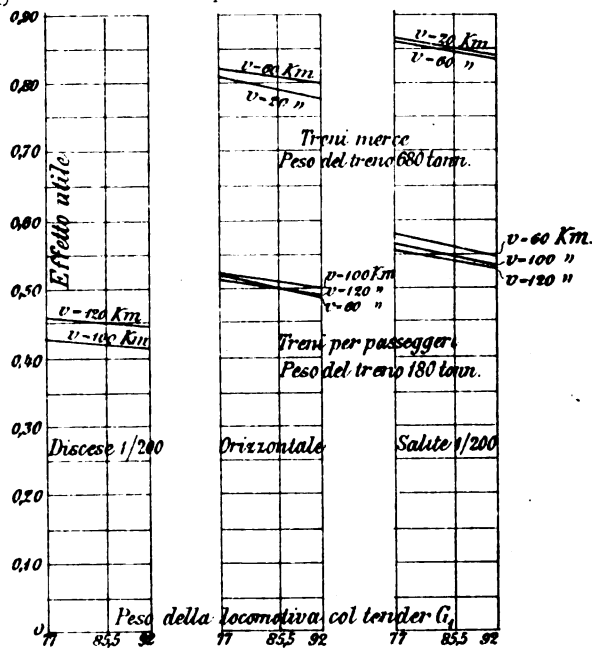
dove i menzionati valori di k_1 e k_2 valgono per treni diretti da 60 a 120

Fig. 11 - Influenza esercitata dalla velocità del treno Fig. 12 - Influenza esercitata dalla pendenza

Km. e per treni merci da 20 a 55 Km. di velocità.

Questo rendimento dipende conseguentemente dagli elementi v, $\frac{1}{n}$, G_1 e G_2 come appare sulle fig. 11 a 14.

La fig. 11 mostra specialmente che le curve convergono nella direzione dell'asse delle ascisse; l'effetto utile si avvicina rapidamente ad un valore unico, qualunque sia il rapporto dell' inclinazione.

La fig. 12 mostra

Fig. 13 Influenza del peso della locomotiva col tender

la maggior influenza causata dalla pendenza quando si ricordi come in fig. 11 che il carico del treno resta invariato.

In fig. 13 è rappresentata l'influenza derivante dal consumo del carbone e dell'acqua sul peso della locomotiva G_1, oscillante tra i limiti 77 e 92 tonn.

E finalmente la fig. 14 mostra l'effetto utile come funzione del carico trasportato, che influisce nella maggiore misura.

La utilizzazione della potenza della locomotiva è quindi massima pei treni merci e cresce generalmente e sensibilmente col crescere del carico che è elemento principale nelle variazioni.

Fig. 14 — Influenza del peso del treno

Dal punto di vista economico si dovrebbero trasportare possibilmente grandi carichi, e con piccola velocità nelle salite e con velocità maggiori nelle discese; condizioni che naturalmente colle esigenze del servizio pratico di trasporto non si possono raggiungere.

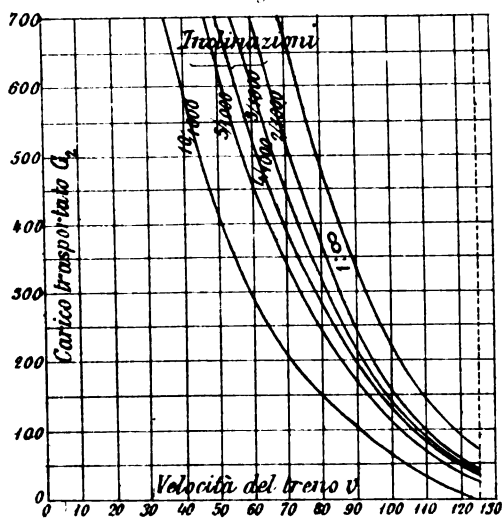
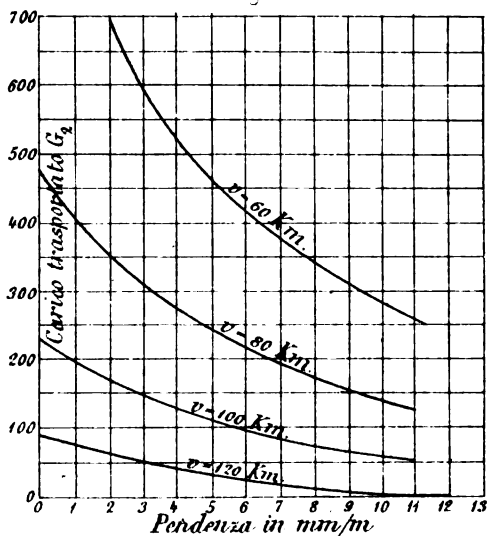
Nei treni diretti l'effetto utile oscillava a seconda della velocità, della pendenza del terreno e del carico, tra 30 e 68 %; da cui si sarebbe tratti a conchiudere che la locomotiva è un motore imperfetto e costoso, il che nel fatto non è, giacchè per vero l'effetto utile della locomotiva è di molto maggiore.

Si dovrebbe far attenzione a questo, che, la resistenza dell'aria contro la superficie frontale non dovrebbe essere attribuita soltanto alla locomotiva, giacchè la resistenza dell'aria è essa pure una forza esterna che la locomotiva deve vincere come vince la resistenza propria delle vetture.

Calcolandosi questa resistenza dell'aria come lavoro utile come si dovrebbe fare, specialmente quando la locomotiva spinge il treno, avremmo un rapporto in migliori condizioni di confronto e cioè $\eta = \frac{L_2 + L'}{L}$, che per esempio cresce per $v = 100$ fino al 74 %.

Il carico trasportato.

Si ottiene immediatamente dalle prove, quando la caldaia rispetto allo sviluppo del vapore, e la macchina rispetto allo sviluppo della forza si trovano in stato d'inerzia. Per chiarire la dipendenza della forza di trazione dalla velocità e dalle salite, dato un lavoro indicato costante di 1200 HP, servono le fig. 15 e 16 la prima per dislivelli 1 : ∞, 2 : 1000, 3 : 1000, 4 : 1000, 1 : 100, 1 : 200; la seconda per le velocità 60, 80, 100 e 120 km. per ora. Abbiamo visto che la curva del carico *trasportato è stata presa* come funzione della velocità del treno, e che quella dei dislivelli si fonda sulla

Massimo carico trasportato G_2, rispettivamente al lavoro indicato L di 1200 HP

considerazione di un lavoro invariabile L = 1200 HP. Ma poichè il lavoro indicato di una locomotiva, durante lo sviluppo massimo di forza, trovandosi la caldaia in istato di reggime, cresce in generale colla velocità; bisogna quindi credere che quel lavoro con velocità superiori a 60 Km. per ora, non corrisponde al valore massimo, e difatti nel resoconto francese si ricorda che il lavoro più volte crebbe fino a 1300 ed anche 1500 cavalli vapore.

Questo risultato è poco spiegabile, esso però concorda con quello da me ottenuto sperimentando una locomotiva che differiva di poco da quella francese.

La pressione della caldaia era di 14 invece che di 15 atm., la superficie

di griglia del 10 % più piccola ed invece dei tubi Serve a nervature interne aveva tubi bollitori comuni. Il lavoro massimo ottenuto con questa locomotiva era soltanto di 900 HP con velocità di 100 Km. all'ora.

Se il lavoro nella locomotiva francese potè con facilità essere portato a 1200 PS, così abbisogna questo fatto di una spiegazione.

Siccome, nè l'elevazione di pressione di 1 atm., nè la minore superficie di griglia o migliore qualità del carbone, nè la migliore utilizzazione del vapore nelle prove francesi può essere presa in considerazione, così bisogna cercare la causa nell'applicazione dei tubi bollitori a nervature. Appare quindi necessario si abbiano a fare delle prove con questi tubi, che in Francia trovano sempre crescente applicazione.

F. LEITZMANN.

(Zeitschrift des vereines deutscher Ingenieure).

DI ALCUNI IMPIANTI

PER IL TRASPORTO DELL' ENERGIA ELETTRICA.

(Cont. vedi pag. 273 e le tav. 41, 42, 43, 44 e 45).

L' impianto idro-elettrico di Castellamonte.

L'iniziativa di codesto impianto destinato a servire quell' importantissimo centro industriale che è rappresentato da Biella e dalle valli adiacenti, tanto come fornitura della forza che per quella della luce è dovuta alla Casa *Siemens e Halske* di Berlino. Successivamente l' impianto passò alla dipendenza della Società detta dell'*Alta Italia* con sede a Torino, la quale assorbì anche gli impianti per illuminazione e per forza, vecchi e nuovi (uno fra quest' ultimi importantissimo), che oggidì fanno ottima prova nella città di Torino. L' impianto idraulico è stato fatto sul torrente Chiusella in prossimità di Castellamonte, a mezzo di una traversa in muratura provvista di scaricatore laterale. L' acqua è derivata nella quantità di 1500 litri al 1'' per mezzo di un bacino lungo m. 46 e largo 3,75 coperto da volta e terrapieno (Tav. 41). Tale canale può funzionare per le sue dimensioni anche come bacino chiarificatore dell'acqua.

All'ingresso del canale copertò è disposta la griglia e le paratoie regolatrici della quantità d' acqua derivata.

Il canale di presa, rappresentato in sezione longitudinale sulla tavola 41, è provvisto di ostacoli fatti con tramezze di muratura disposte in modo da arrestare le sabbie e i galleggianti che possono sfuggire attraverso alla griglia.

Lo sfioratore è costituito da una serie di aperture praticate ad un'altezza conveniente (m. 2) sul fondo del canale, per mezzo delle quali scaricasi l' acqua in un condotto laterale, con pendenza del 5 per mille, per condurla nel torrente 60 metri più a valle.

Tre aperture a livello del fondo, chiuse d'ordinario con paratoie

servono per scaricare le ghiaie e le sabbie che si possono depositare nel primo tratto di canale.

Il bacino di deposito è immediatamente seguito da una galleria lunga m. 560 che conduce l'acqua alla vasca di presa delle condotte forzate. In tale bacino l'acqua può depositare di nuovo le impurità che eventualmente fossero state da essa convogliate. (Tavola 42).

La condotta forzata è costituita da due tubi metallici del diametro interno di m. 1 e della lunghezza di 490 m. I tubi di ferro sono sostenuti da appositi manufatti e amarrati solidamente al suolo. Si poteva benissimo trattandosi di una portata di soli 1500 litri, stabilire un sol tubo di diametro maggiore, ma si preferì fare la tubazione doppia perchè in caso di guasto fosse possibile di convogliare tutta l'acqua per mezzo di un solo tubo affrontando una maggior velocità e quindi, ma solo in via anormale, una maggior perdita di carico.

Vicino all'edificio delle turbine occorreva attraversare colla tubazione il torrente Chiusella. Il problema venne risolto con un ponte di calcestruzzo della luce di 15 m. il quale porta le due tubazioni il cui diametro in tale punto è stato ridotto a soli 80 cm. L'amarramento della tubazione al ponte è ottenuto con grossi e lunghi bulloni annegati nel calcestruzzo. Tale amarramento è necessario per impedire gli scorrimenti e i guasti nella tubazione quando sono chiuse le saracinesche allo sbocco.

L'edificio (Tav. 43) dei motori è diviso in due parti; nella minore si fa la ripartizione dell'acqua ai singoli motori, nella maggiore sono impiantate le turbine e gli alternatori.

Il collettore che riceve le due condotte è provvisto di una camera d'aria costituita da un cilindro di lamiera del diametro di m. 1,40 e dell'altezza di m. 5. La sua capacità è di circa m. c. 8 ed un compressore d'aria mosso elettricamente sostituisce continuamente l'aria che mano mano si discioglie nell'acqua. Il funzionamento del compressore è automatico e comandato da avvisatori elettrici. La pressione dell'aria nella camera è di 12 atm. Di più la cassa d'aria è provvista di due indicatori di livello e di due valvole differenziali che impediscono eventuali colpi di ariete.

Dal collettore partono tre condotte del diametro interno di 70 centimetri che conducono l'acqua ai distributori delle turbine. Su

due di queste condotte di 70 centimetri si innestano due altri tubi di 30 centimetri che servono alle due turbine minori per il comando delle dinamo eccitatrici.

Tanto sulle condotte maggiori come su quelle minori si trovano delle saracinesche munite di by-pass, vale a dire di un condotto rilegante la parte a monte delle saracinesche con quella a valle nell'intento di valersi di un robinetto di più facile manovra, perchè piccolo, onde togliere o menomare la differenza di pressione che agisce sulle saracinesche e facilitarne il movimento. Le tre saracinesche più grandi, per le tre unità, sono comandate dall'acqua in pressione e una manovra molto semplice che si può fare dalla sala dei motori ne comanda l'apertura e la chiusura.

Delle tre unità contenute nell'edificio motori una è di riserva. Esse sono tutte costituite da una turbina ad asse orizzontale (Tav. 43, 44, 46, 47) a ruota diagonale, accoppiata per mezzo di un giunto elastico Zodel del diametro di m. 1,70 ad un alternatore trifase. Di tali turbine costruite, dalla reputata Ditta Riva, Monneret e C. di Milano, parleremo più avanti.

Il salto utilizzato è di m. 118. Ogni turbina può sviluppare una forza di 750 cavalli con 150 giri consumando 625 litri di acqua.

Il distributore in bronzo fosforoso ha tre luci divise ognuna per metà da una paletta minore; la ruota mobile ha 90 pale. La regolazione si ottiene per mezzo di un otturatore a ricoprimento che per le condizioni locali è collegato *in tandem* coll'asta del servomotore. Il cilindro distributore dell'olio in pressione per il servomotore è comandato da un regolatore a pendolo tipo Trenk. Per mandare l'olio, contenuto in un recipiente di lamiera, ai servomotori vale, coll'intermedio di un apposito distributore, lo stesso compressore impiantato per la cassa d'aria del collettore, già citato.

Il recipiente dell'olio è di lamiera del diametro di m. 1 e dell'altezza di m. 1,60. Esso è diviso in due scomparti, uno inferiore per l'olio in pressione, l'altro superiore in comunicazione coll'atmosfera per l'olio di scarico dei servomotori. Quando nel recipiente superiore l'olio di scarico raggiunge un certo livello, un avvisatore elettrico ne dà il segnale e allora un apposito giuoco di rubinetti permette il passaggio di una determinata quantità di olio dalla camera superiore alla inferiore.

Per evitare i colpi di ariete dovuti alla chiusura rapida del

distributore ogni turbina è provvista di una valvola sincrona che si apre di quanto si chiude il distributore in modo che la velocità dell' acqua nei tubi si mantiene costante.

Quando si vuol inserire in quantità un alternatore occorre che la sua turbina di comando faccia lo stesso numero di giri delle altre. Per realizzare questa condizione si dispone in posizione conveniente il pendolo del suo regolatore muovendo opportunamente la leva per mezzo di una vite perpetua e ruota elicoidale comandata da un motorino elettrico.

Le turbine più piccole che comandano le eccitatrici sono di 100 cavalli fanno 500 giri e consumano 85 litri di acqua. Esse sono accoppiate alle dinamo con giunto elastico Zodel del diametro di 60 cm. Il distributore di tali turbine è a 3 luci, le pale della ruota mobile sono 60. Esse pure sono provviste di regolatore automatico.

L'acqua di scarico delle turbine è raccolta in una galleria larga m. 1,40 e alta m. 2 che percorre l'edificio motori per tutta la sua lunghezza e restituisce l' acqua al torrente.

(Continua)

FERROVIA ELETTRICA

BRIGHTON-ROTTINGDEAN.

Nel campo delle ferrovie ridotte deve essere ricordata, come quella che indiscutibilmente presenta maggior originalità, la ferrovia elettrica che congiunge la rinomata stazione inglese di bagni marini di Brighton col paese di Rottingdean collocato più ad ovest e ad una distanza di 5 Km., poichè le carrozze di questa ferrovia corrono su rotaie a volte asciutte ed a volte ricoperte dall'acqua del mare.

A marea bassa i binari sono ad un metro sul livello del mare ed a marea alta sono a 4 od a 4,5 metri sotto il pelo d'acqua. E non a torto un motto di spirito inglese dice, che in Brighton si possono godere tutti i piaceri di un viaggio di mare « *without the discomfort of seasickness* ». Magnus Volk proprietario della ferrovia elettrica esistente già nel 1883, ottenne dal Parlamento nell'anno 1893 la concessione per questa linea, ed egli stesso diresse i lavori di costruzione.

La costa lungo questa linea discende a picco; volendosi quindi costruire una comunicazione diretta tra Brighton e Rottingdean, sarebbe stato necessario di porre i binari su scogli di creta.

Potevasi anche disporre la linea lungo la spiaggia, sull'arena a piedi degli scogli, ma sarebbe stato in ogni modo difficile assai, di poter costruire la linea in modo, che essa potesse continuare il servizio anche durante l' alta marea

Magnus Volk ed i suoi collaboratori non si spaventarono davanti a questo problema, e così sorse la singolare ferrovia Brighton Rottingdean.

In molti giornali tecnici apparvero già ampie descrizioni, e noi ci limitiamo quindi ad una esposizione dei principali dati comunicatici gentilmente dal signor Volk, ed alla riproduzione di alcune

fotografie, che sono adatte a dare una idea chiara di questa singolare ferrovia.

Con una linea così fatta furono necessarie naturalmente alcune diverse disposizioni della carrozza motrice. Essa ha una forma tutt'affatto speciale; consiste cioè di una piattaforma che è appoggiata a quattro colonne d'acciaio del diametro di 0, 28 m. unite le une alle altre con corriere di collegamento, e che sono a loro volta sostenute e assicurate su quattro carrelli di quattro ruote ciascuno. Le ruote hanno un diametro di m. 0, 838; sulla piattaforma trovansi le macchine, i controller per la regolazione e lo spazio riservato ai passeggeri.

La piattaforma trovasi ad una altezza di 7, 32 metri sopra il piano delle rotaie, ed anzi oggi, essendo stata necessaria una ri-

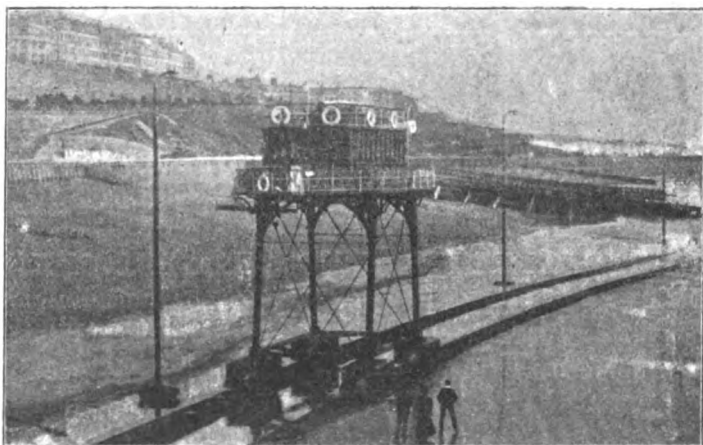



Fig. 1.ª — Vista della strada ferrata a marea bassa.

costruzione pei danni cagionati dai temporali, si portò l'altezza della piattaforma ad 8 metri sopra il livello delle rotaie.

La piattaforma lunga 13, 7 m., e larga 6, 7, sostiene uno spazioso salone che dà posto a 150 persone; il peso della carrozza è di circa 60 tonn.

La corrente ha una tensione di 600 volts e viene portata ai motori per mezzo di una conduttura aerea e con *trolley* o carrucola di contatto.

I motori elettrici sono posti in alto su lungherine tubolari; ed il movimento da essi generato viene trasmesso agli assi motori per mezzo di ruote coniche e di un albero verticale.

Quando si inaugurò questa ferrovia, i motori erano due da 25 cav., oggi i motori furono portati a quattro.

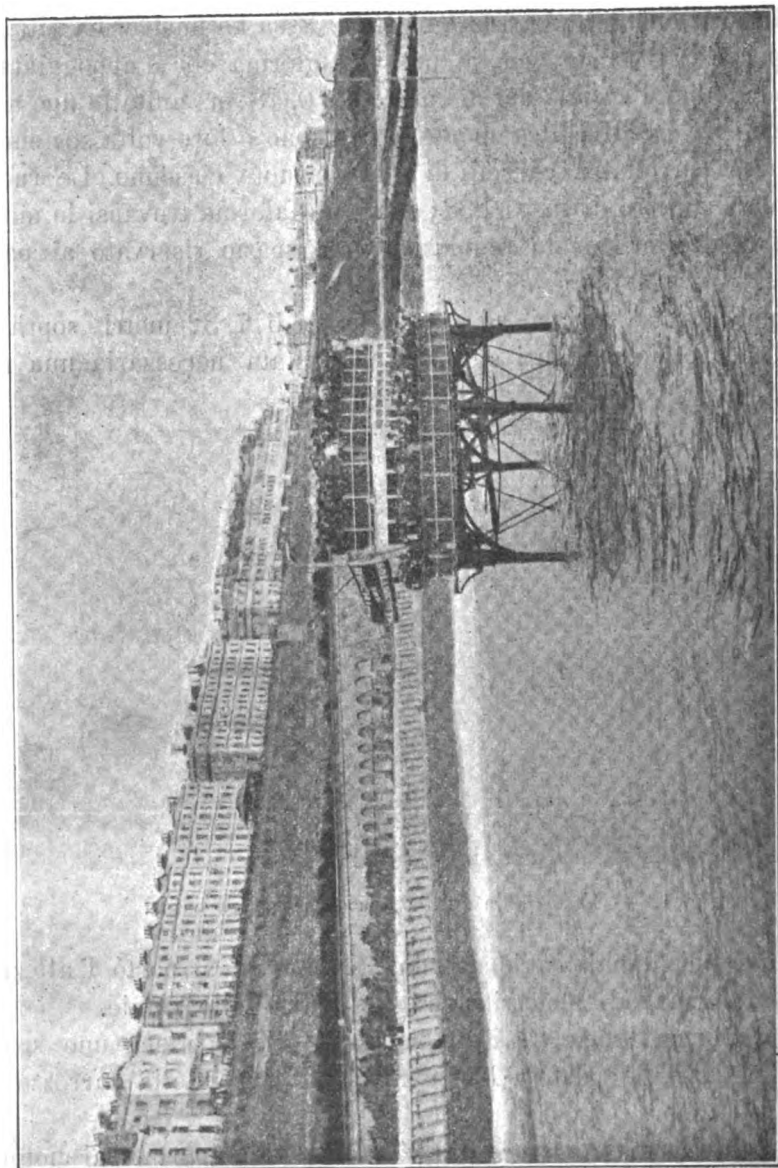



Fig. 2.ª — Vista della ferrovia a marea alta.

Il binario consta di quattro rotaie del peso di 27 Kg. per metro; lo scartamento delle rotaie estreme è di metri 5,486, tale scar-

tamento mantiene la stabilità anche durante i temporali. Ciascuna rotaia interna dista dalla rispettiva esterna di 0, 825 metri.

Le rotaie appoggiano per mezzo di travi in legno di quercia,

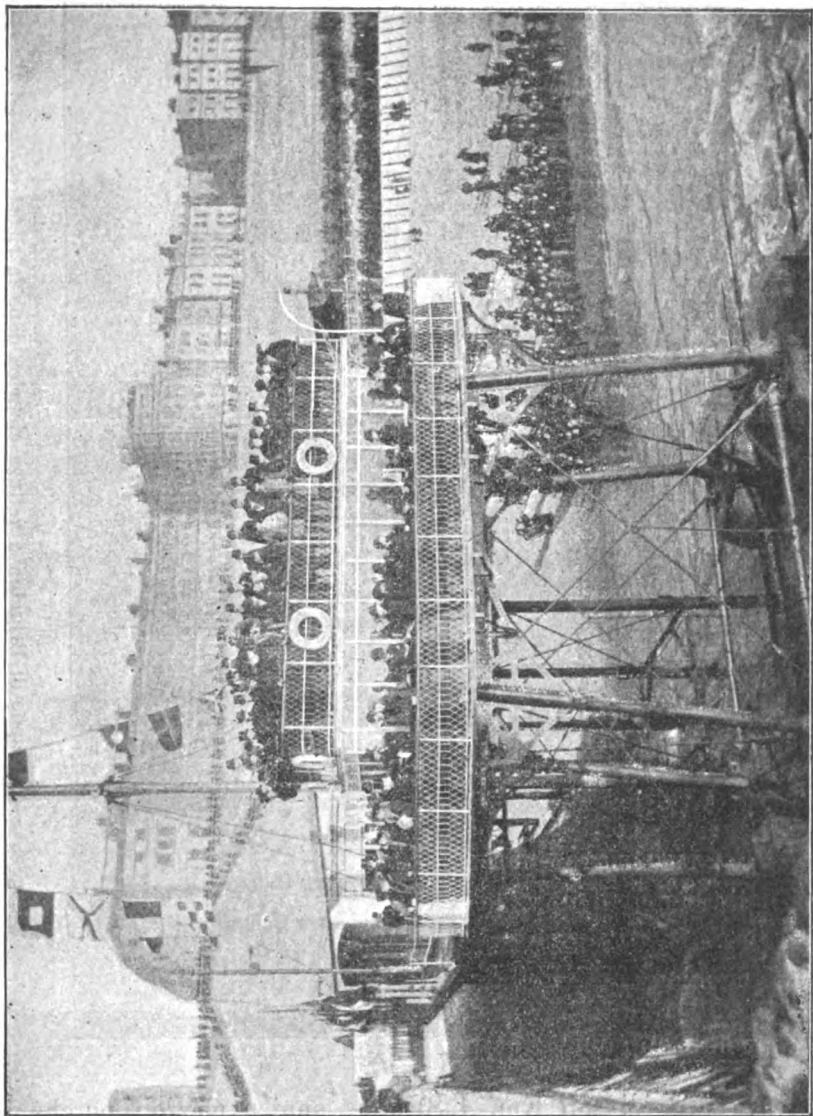



Fig. 3.ª — Corsa inaugurale.

su dei blocchi di béton posti alla distanza di m. 0, 91 gli uni dagli altri, e che appoggiano tutti sulla roccia. La maggior pen-

denza è del 1 per 300, il raggio delle curve è di 805 metri; la velocità raggiunta è di 10 a 12 Km. per ora.

La costruzione di questa ferrovia durò, (quantunque la lunghezza

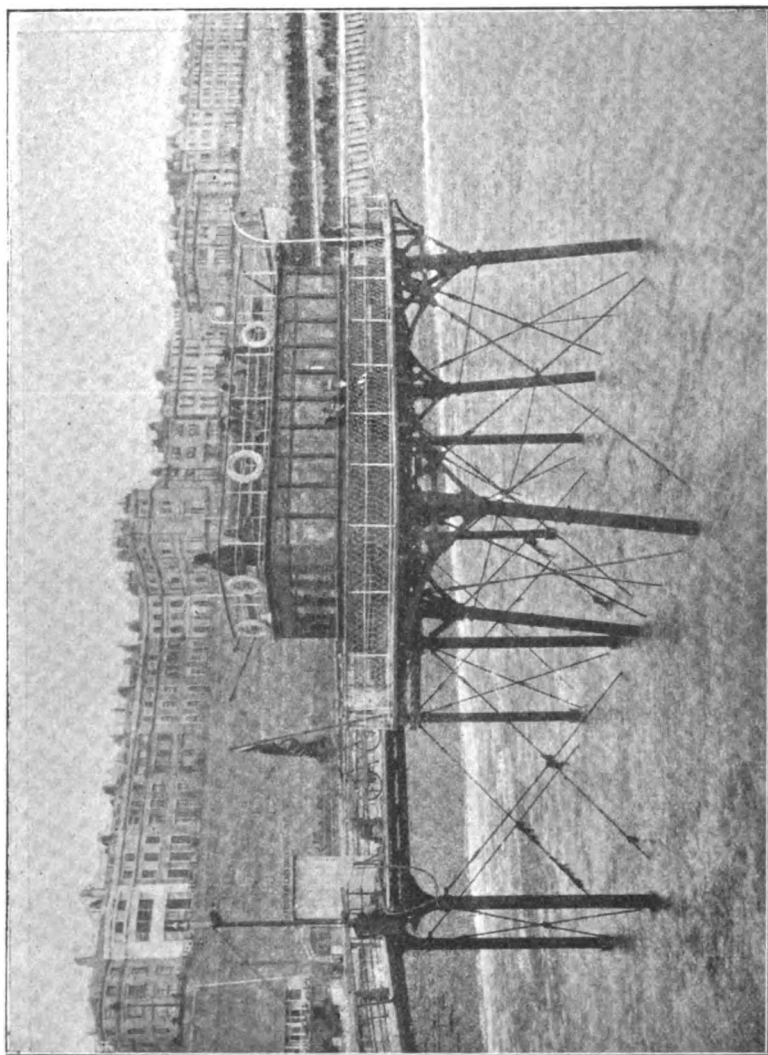



Fig. 4.ª — Stazione di Brighton e vettura elettrica dopo la ricostruzione.

della linea fosse di soli Km. 4, 8) due anni e mezzo; perchè in causa delle maree non si poteva lavorare che poche ore al giorno.

La ferrovia fu inaugurata il 28 Novembre 1896 ed il 4 Dicembre dello stesso anno, una forte burrasca di mare distrusse il ponte

d' approdo all' estremità est della nuova ferrovia; e da forti ondate fu pure danneggiato gravemente il materiale rotabile.

La società ferroviaria cominciò subito le riparazioni, tuttavia la linea non potè essere riattivata che il 20 Luglio 1897; da questa epoca la linea non ebbe più a soffrire danni.

Le spese d' impianto di questa ferrovia, compresi i piloni d' approdo, fu di 10 000 lire sterline per miglio inglese (170 000 lire per chilometro); i lavori di ricostruzione e riparazione furono di 2000 lire sterline.

(Zeitschift des Oestereichischen Ingenieur Vereines).

Ing. R. v. RECKENSCHUSS.

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

Sul servizio ferroviario nelle gallerie. — Il recente disastro ferroviario al piano orizzontale dei Giovi ha risollevato la questione delle condizioni del servizio ferroviario nelle gallerie; una questione molto complicata, e che merita però venga presa in considerazione, almeno sotto qualcuno dei suoi punti di vista in un Congresso di igienisti.

La conoscenza delle condizioni, in cui deve per necessità farsi il servizio ferroviario nelle gallerie, ha fatto in questi ultimi tempi notevoli progressi in grazia degli studi fatti eseguire da alcune Società ferroviarie, e segnatamente per quelli recenti dovuti alla Direzione dei lavori della Società esercente la Rete Adriatica, in occasione dello esame dell'apparecchio Saccardo per la ventilazione delle gallerie, di cui diremo in seguito. È specialmente sui risultati di tali esperienze che noi baseremo le considerazioni che verremo facendo sopra la presente questione.

È noto come le due condizioni che specialmente rendono difficile il servizio ferroviario nelle gallerie sono:

1.° Il viziamento dell'aria dovuto ai prodotti della combustione, emessi dalle locomotive, in particolar modo anidride carbonica e ossido di carbonio.

2.° La temperatura relativamente alta, unita ad un eccessivo grado di umidità, che si viene a stabilire nelle gallerie, specialmente in quelle a semplice binario, in causa del calore versato continuamente dai detti prodotti della combustione ed anche di quello irradiato dalle caldaie delle locomotive.

In generale si diede sempre maggior importanza alla prima di queste condizioni, ma anche la seconda merita la più seria considerazione.

Prodotti della combustione. — Riguardo alla prima condizione possiamo farci un'idea della rapidità colla qpale si vanno accumulando i prodotti della combustione nelle gallerie partendo da alcuni dati tecnici.

Nella galleria dell'Appennino risultò che una locomotiva in semplice trazione consuma per ogni metro di percorso al massimo 48 gr. di combustibile (escluse le ceneri), contenente al massimo 90 °/₀ di carbonio.

Siccome ogni chilogrammo di carbonio sviluppa 1850 litri fra acido carbonico e ossido di carbonio (che chiameremo in seguito complessivamente gas carbonici), risulterebbe una produzione al massimo di 80 litri, in cifra rotonda, di detti gas per locomotiva e per metro di percorso. Cosicchè con una velocità di 6 m. al 1" circa mezzo metro cubo di gas carbonici al minuto secondo, per locomotiva.

Ora in quale volume d'aria vengono diluiti questi gas?

Un treno si può paragonare ad uno stantuffo che si muove a tenuta incompleta entro ad un tubo; esso determina una corrente d'aria nel senso stesso della sua corsa, poichè spinge una colonna d'aria avanti a sè, e ne trascina un'altra dietro di sè. La velocità della corrente d'aria prodotta dal treno in movimento dipende

dalla velocità del treno stesso, cresce naturalmente al crescere di questa, quantunque non proporzionalmente. Dipende poi dalla lunghezza del treno e dalla lunghezza della galleria, diminuisce al crescere di ciascuna di queste lunghezze e ciò per le aumentate resistenze.

Si comprende poi che, a parità delle altre condizioni, nelle gallerie a doppio binario la velocità di questa corrente sia minore di quella che si ha in quelle a semplice binario.

Supponendo un treno colla detta velocità di 6 m. al secondo, e della lunghezza di 200 m. (un lungo treno merci), in una galleria di 2500 m. la corrente prodotta dal treno si calcola a m. 3, 34, e la differenza tra la velocità del treno e quella della corrente di m. 2, 66 al secondo, e quindi il volume d'aria, che diluisce i prodotti della combustione, abbandonati dalla locomotiva al 1'', è dato dal prodotto di 2, 66 per la sezione della galleria. Supposta questa di 25 m. q., si avrebbero m. c. 66, 5 e l'aria dietro la locomotiva avrebbe così 480 litri di gas carbonici diluiti in m. c. 66, 5 e cioè $\frac{480}{66,5} = 7,2$ ‰ di gas carbonici. E siccome secondo le analisi fatte dall'Ing. Dubost sui prodotti della combustione delle locomotive della Compagnia dell'Est, e quelle degli ingegneri della R. A. risulterebbe che la proporzione di ossido di carbonio e di anidride carbonica nel detto miscuglio sarebbe generalmente di $^1/_5$ del primo e $^4/_5$ del secondo, nel caso contemplato noi avremo 5, 8 ‰ di anidride carbonica, e 1,4 ‰ di ossido di carbonio, proporzioni che sarebbero già grandi per l'igienista il quale non ammette nell'aria salubre più di 1 ‰ di anidride carbonica e vuole l'assenza assoluta di ossido di carbonio.

Ma in pratica le condizioni si presentano soventi molto più gravi. Disgraziatamente la diffusione di questi gas non avviene in tutta la massa dell'aria incontrata dal treno, ma essi si mantengono sempre ad una certa altezza in causa della elevata temperatura (320°), alla quale escono dal camino della locomotiva.

Dai risultati delle esperienze sopra accennate, e che sarebbe qui troppo lungo discutere, si poteva dedurre che trattandosi di un treno a doppia trazione, cioè con una locomotiva in testa ed una in coda di spinta, colla velocità di circa 20 Km. all'ora, nella galleria dell'Appennino lunga 2700 m. i prodotti della combustione arrivavano alla locomotiva di coda diffusi soltanto per $^1/_3$ della sezione della galleria, e quindi effettivamente sul terrazzino di detta locomotiva, si aveva lungo la prima metà della galleria 12 ‰ di CO_2 e 6 ‰ di CO, e lungo la seconda metà 14 ‰ di CO_2 e 8 ‰ di CO, condizioni certo pessime di respirabilità. È un'osservazione del resto che può essere fatta da chiunque viaggiando in treno, nelle gallerie si affacci allo sportello, quella che il fumo ed il vapore si mantengono sempre ad una certa altezza, maggiore o minore secondo la quantità dei prodotti stessi, la velocità del treno, la corrente d'aria ed anche le condizioni esterne dell'atmosfera.

Questo fatto spiega anche perchè, sia nel caso di semplice trazione, che nel caso di doppia trazione le condizioni della locomotiva di testa siano sempre relativamente buone, e non si abbia mai avuto nel primo caso più di 8 ‰ di CO_2 e più di 2 ‰ di CO.

Ma abbiamo di più. Quantunque secondo quanto abbiamo detto sopra, col diminuire della velocità del treno diminuisca la velocità della corrente prodotta da esso, tuttavia questa diminuzione avviene praticamente in modo, che va anche diminuendo la differenza fra la velocità del treno e quella di detta corrente d'aria, per cui va anche diminuendo il volume d'aria in cui si può diluire il detto miscuglio di gas; onde le condizioni riescono aggravate per i treni pesanti e lenti.

Si aggiungano gli slittamenti che fanno arrestare talora i treni in galleria. Co-

sicchè in una delle sperienze accennate dopo fortissimi slittamenti si ebbe sul terrazzino della locomotiva di coda fino a 18,4 %₀ di CO_2 e 12,3 ‰ di CO.

Se si considera poi il caso in cui più treni percorrono contemporaneamente una galleria, producendo correnti contrarie, si comprenderà come debbano accumularsi questi prodotti in determinati punti specialmente quando in una galleria si abbiano punti di più elevato livello.

Si comprende d'altra parte che siccome, a parità delle altre condizioni, la velocità della corrente d'aria prodotta dal treno è minore nelle gallerie a doppio binario che non per quelle a semplice binario, le condizioni di respirabilità in quelle siano sempre migliori, essendo maggiore il volume d'aria, in cui si diluiscono i prodotti della combustione.

Tutte queste circostanze fanno sì che in pratica si possano presentare nelle gallerie delle condizioni assai più gravi di quelle indicate dalle cifre sopra calcolate.

Nelle più volte citate esperienze si arrivò ad avere sino a 21 ‰ CO_2 nell'aria sul terrazzino delle locomotive di coda dei treni a doppia trazione, e fino ad 8 ‰ di CO.

Con tutto ciò però non è a credere che queste condizioni abbiano sempre ad avere funeste conseguenze per il personale di macchina.

Per quanto riguarda l'acido carbonico si sa che il Förster potè con altre persone respirare impunemente per 20 minuti un'aria contenente il 40 ‰ di acido carbonico, e che soltanto quando arriva a contenere il 200 a 300 ‰ di CO_2 una atmosfera diventa in breve tempo tossica.

Secondo gl'igienisti l'arricchirsi di anidride carbonica di un'aria da respirarsi è dannoso specialmente pel fatto che essa va in pari tempo impoverendosi di ossigeno.

Tuttavia gli igienisti fissano fra 0,7 e 1 ‰ il limite massimo tollerabile di anidride carbonica nei luoghi abitati.

E solo per i compartimenti ferroviari Kundel portava questo limite fino al 3 ‰, atteso il poco tempo che si deve generalmente rimanere in tali condizioni.

Diversa è la cosa per l'ossido di carbonio. Si ritiene generalmente che l'uomo muore presto in un'atmosfera contenente il 2 ‰, e subito in un'atmosfera che ne contenga il 10 ‰.

Gli igienisti non ammettono poi assolutamente che se ne debba tollerare la presenza nell'aria a respirarsi.

Tuttavia noi troviamo nel rapporto delle dette esperienze che non solo si fece servizio in casi in cui si aveva fino a 10 ‰ di CO_2 e 4 ‰ di CO, ma le condizioni di respirabilità erano ancora riconosciute buone dal personale e tali da permettere una permanenza più prolungata nell'ambiente. Si sarebbero solo dichiarate cattive le dette condizioni quando l'aria conteneva p. es. 14 ‰ di CO_2 e 8 ‰ di CO.

Cosicchè la Commissione del R. Ispettorato delle Ferrovie credeva poter fissare i seguenti limiti di inquinamento dell'aria in volume per mille come rispondenti a condizioni di respirabilità, buone, cattive o letali.

	CO_2 ‰	CO ‰	Totale ‰
Buone	6,7	3,3	10
Cattive	14	6	20
Letali	18	12	30

aggiungendo però che ove la durata del tragitto fosse maggiore di 7 ad 8 minuti

anche il secondo limite riuscirebbe insopportabile, e se i rapporti d'inquinamento tendono al terzo caso, occorre assolutamente provvedere alla ventilazione artificiale.

Questi limiti possono però solo applicarsi al personale del treno che rimane poco sotto la galleria.

Per il personale di sorveglianza essi sono troppo alti, e si devono ridurre a 4 p. 1000 di CO_2 e 2 p. 1000 di CO.

Ma se consideriamo poi le gallerie, in cui ha accesso il pubblico, come sarebbero le metropolitane, in base agli studi fatti nel tunnel sotto alla Mersy fra Liverpool e Brikenhead e quello della District Railway di Londra, ed ancora alle osservazioni fatte nella galleria dell'Appennino si possono ritenere come limiti

CO_2 2 p. 1000 CO 1 p. 1000 Totale 3 p. 1000.

Le ragioni per cui il personale di macchina può resistere a condizioni molto più gravi stanno, sia nel breve tempo pel quale esso deve restare sotto la galleria, sia nel fatto che quei prodotti non sono in quella quantità distribuiti uniformemente nell'aria che circonda il personale, sia nel fatto che l'aria contiene sempre una quantità di ossigeno sufficiente.

Invero le analisi più volte citate dell'aria sul terrazzino delle locomotive hanno dimostrato che essa contiene sempre almeno il 200 p. 1000 di ossigeno. Ciò si spiega col fatto che col tirante forzato delle locomotive la quantità d'aria impiegata per l'alimentazione della combustione è sempre il doppio od il triplo di quella necessaria, e si arriva fino a più di 20 m. c. per chilogrammo di combustibile, e quindi si ha sempre una grande eccedenza di ossigeno sopra quello che entra in combinazione, oltre quello che si trova nell'atmosfera delle gallerie. Ciò dimostra anche come l'aria che si prende nei bassi strati della galleria è sempre abbastanza pura, e ciò pel fatto più sopra accennato del non completo diffondersi dei gas.

Difatti le analisi citate dimostrano che in qualche caso mentre l'aria uscente dal fumaiolo della locomotiva conteneva il 112 p. 100 di CO_2 e 20 p. 1000, quella raccolta sul terrazzino della locomotiva conteneva al massimo 6 p. 100 di CO_2 e 2 per 1000 di CO.

Quindi al disotto del terrazzino della locomotiva doveva anche essere migliore.

Temperatura. — Veniamo ora all'altra circostanza che rende gravi le condizioni del servizio ferroviario nelle gallerie, circostanza alla quale non si dà generalmente tutta quell'importanza che merita. Essa consiste nel notevole innalzamento della temperatura dell'ambiente, specialmente quando una stessa galleria viene percorsa in breve tempo da un grande numero di treni. Se si pensa che una locomotiva nei casi ordinari, anche a velocità relativamente piccola (20 Km) versa nell'ambiente ogni minuto circa 200 m. c. di prodotti della combustione alla temperatura di circa 320, e circa 130 Kg. di vapore alla temperatura di 100 si comprende quale quantità di calore si deve accumulare in breve tempo specialmente negli alti strati della galleria.

Difatti, sia nelle più volte citate esperienze della Rete Adriatica, sia in altre precedenti fatte da una Commissione di cui chi scrive ebbe l'onore di far parte, incaricata dalla Direzione della Rete Mediterranea dell'esame del pneumoforo Valle, (del quale parleremo ancora in seguito), si poterono constatare delle temperature relativamente molto elevate sul terrazzino delle locomotive.

Nelle esperienze della Rete Mediterranea si ebbe in un caso di un treno composto di 26 veicoli con un carico complessivo di 410 T. in triplice trazione, sotto

la galleria della Sella sulla linea Savona-S. Giuseppe, sotto il tettuccio della locomotiva di coda, a destra 61°, a sinistra 66°, sul davanti del paravento 42°.

La respirazione si era resa assai difficile e si era anche spento un lumicino che serviva a leggere il termometro alla bocca di emissione del pneumoforo. Sotto il predellino della locomotiva alla bocca di aspirazione si avevano solo 26°.

In un altro caso in condizioni analoghe si ebbe 66° sotto il tettuccio a destra, 58° a sinistra, mentre il pneumoforo dava aria a 30° soltanto, essendo essa presa in prossimità della ruota posteriore destra della locomotiva. Il funzionamento del pneumoforo produceva perciò un notevole miglioramento nelle condizioni di respirabilità dell'ambiente.

Anche nelle esperienze della Rete Adriatica si ebbero temperature di 50° sul terrazzino della locomotiva di coda con treni a doppia trazione, mentre la temperatura esterna alla galleria era di 23°, ed in genere il massimo aumento medio della temperatura arrivò a 14°,5, mentre attivando la ventilazione col ventilatore Saccardo questo massimo restò a 10°,7, per la stessa galleria.

A rendere più gravi le condizioni di respirabilità concorre poi insieme ai prodotti della combustione ed alla temperatura anche lo stato igrometrico dell'ambiente.

Le misure fatte nelle esperienze della Rete Adriatica hanno dimostrato che quando non si ha ventilazione il vapore vi si mantiene quasi allo stato di saturazione.

Aggiungiamo che questo vapore che esce a 100°, coi prodotti della combustione a 320°, si mantiene caldissimo nello ambiente, che circonda il personale di macchina, e negli alti strati della galleria dove si trovano i frenatori. Quindi uno stato di malessere molto più insopportabile di quello dovuto ai soli prodotti della combustione, una specie di scottatura generale delle parti scoperte del corpo, di cui non si può fare una idea che chi si è trovato in tali condizioni. Talora la temperatura dell'aria sulla locomotiva si eleva talmente che non è più possibile toccare nessuna delle parti metalliche di essa. Dei macchinisti ci ebbero a dichiarare che il loro malessere è specialmente occasionato dall'alta temperatura raggiunta dall'aria, dallo stato soverchio di umidità e che essi si sentono molto sollevati quando possono discendere per qualche istante sullo staffone della locomotiva a respirare un po' dell'aria sottostante. In tali casi la condizione dei poveri frenatori non deve essere di certo migliore.

Probabilmente taluni casi di asfissia verificatisi nelle gallerie ferroviarie, sono da ascriversi alle asfissie per abolizione di eccitazioni, quale quella che si osserva nei casi di scottatura generalizzata per acqua calda. Secondo Kuss e Duval in questi casi la pelle non funziona più come ricettrice di eccitazioni; il paziente non respira che per uno sforzo di volontà; anzi muore quando si dimentica di respirare. Qualche cosa di analogo deve verificarsi in taluni casi di asfissia nelle gallerie, in cui la persona appena fuori della galleria riprende i sensi, e non presenta effetti postumi delle condizioni in cui si è trovato, come sarebbe il caso se l'asfissia fosse dovuta ad attossicamento per ossido di carbonio.

Un apparecchio che nelle descritte condizioni fornisse tosto aria fresca al personale di macchina, ai frenatori, come potrebbe essere il pneumoforo Valle, sarebbe un vero apparecchio di salvataggio per tutti.

Provvedimenti. — Qualunque sia la causa delle asfissie nei diversi casi è certo che urge provvedere a questi inconvenienti, se non si vuole vedere troppo sovente minacciata l'esistenza del personale di servizio e di sorveglianza delle gallerie, quella dei viaggiatori, ed il funzionamento di un servizio pubblico fra i più importanti.

I provvedimenti che furono escogitati e tentati si possono distinguere in tre ca-

tegorie: provvedimenti inerenti al servizio ferroviario stesso; provvedimenti di sicurezza esterni al detto servizio; provvedimenti consistenti in una trasformazione generale o locale del sistema di trazione.

Fra i primi provvedimenti si suole porre la scelta del combustibile. Ed a questo riguardo i criterii che si hanno volgarmente non sono forse i più esatti.

Se le condizioni che maggiormente minacciano la sicurezza del servizio ferroviario nelle gallerie sono, come si è veduto, l'accumularsi dell'anidride carbonica e dell'ossido di carbonio nell'atmosfera della galleria, e l'aumento della temperatura, sarà migliore quel combustibile pel quale siano soddisfatte le condizioni opposte.

Infatti la quantità di anidride solforosa, di idrocarburi e di altre sostanze, che si comprendono sotto il nome di sostanze volatili e del nero fumo, è molto piccola in confronto degli altri prodotti della combustione. La quantità di sostanze volatili e di nerofumo dipende poi molto dal modo con cui si conduce il fuoco. Se si mantiene un fuoco molto vivo queste sostanze bruciano nel focolare stesso, ma se si mantiene un fuoco lento, allora si permette la distillazione degli idrocarburi ed altre sostanze e si potrà avere molto fumo e cattivo anche con un carbone magro.

Tuttavia secondo esperienze di F. Fischer l'analisi del fumo ottenuto con una cattiva condotta del fuoco avrebbe dato solo 10 p. 1000 di idrocarburi ed 11 decigrammi di nero fumo per m. c., mentre diede 150 p. 1000 di CO_2 e 40 p. 1000 di CO.

Quei prodotti del focolare, anche nel caso di cattiva condotta del fuoco, sono pressochè trascurabili in confronto dell'anidride carbonica e dell'ossido di carbonio.

Per diminuire invece la quantità di questi ultimi è necessario che la combustione si compia bene. Ora indipendentemente dalla condotta del fuoco la combustione si compie meglio con quei combustibili, i quali o direttamente o per i loro prodotti immediati meglio si mescolano coll'aria di alimentazione della combustione, e che richiedono uno strato di minor spessore sulla graticola del focolare. Ora sotto questo punto di vista il litantrace si comporta meglio del coke, quantunque questo non dia fumo. Questa osservazione venne fatta fin dal 1871 dall'Ing. C. Frescot a proposito dei provvedimenti che si erano tentati allora per migliorare le condizioni di esercizio della galleria del Moncenisio.

Anche le mattonelle possono essere un buon combustibile, quando siano bruciate convenientemente. I limiti imposti dalle Società ferroviarie alle quantità di materie volatili, e di solfo nei combustibili hanno molto più importanza per la conservazione del materiale, che non per le conseguenze che ne possano derivare nelle condizioni dell'atmosfera delle gallerie.

Del resto le conclusioni che coi saggi fisico-chimici, eseguiti sopra campioni in massa molto limitata, si vogliono dedurre sulle qualità di tutto un grande carico di combustibile, sono sempre accompagnate da molte incertezze (1).

La maggior produzione di materie volatili noi abbiamo all'inizio del riscaldamento, oppure quando si fa la carica del focolare, poichè allora abbiamo o una temperatura relativamente bassa od un abbassamento di essa, che permette la distillazione di dette materie, specialmente idrocarburi. Ma opportunamente i regolamenti ferroviari vietano che si faccia detta carica durante il transito nelle gallerie.

Per quanto riguarda poi la temperatura si constatò che era tanto più elevata col coke che col litantrace, e ciò specialmente per l'alto strato di combustibile, che bisogna mantenere sulla graticola del focolare.

(1) S. PAGLIANI. — *Sullo apprezzamento del valore industriale dei carboni* « L'Ingegneria e le Arti Industriali ». Torino, 1898.

È certo che il combustibile più conveniente sarebbe quello che a parità di calore sviluppato, producesse la minor quantità di gas carbonici ed altre sostanze irrespirabili. Sotto questo punto di vista, come già si fa all'Arlberg, così si sta sperimentando sulla ferrovia Metropolitana di Londra l'impiego del petrolio. In Italia ed altri paesi vi si opporrebbe però l'alto prezzo di questo combustibile.

Altri provvedimenti si vollero trovare, anche recentemente, nel collocare degli apparecchi indicatori delle correnti nelle gallerie. Io riterrei anche più opportuni degli apparecchi che dessero continuamente la temperatura in diversi punti e specialmente negli alti strati dell'atmosfera delle gallerie.

Ad ogni modo non è nemmeno facile modificare gli orari di servizio a seconda di queste osservazioni, perchè ne potrebbero derivare inconvenienti forse più gravi e più frequenti.

Non parliamo poi di diminuire troppo il movimento dei treni, o troppo la prestazione delle locomotive, perchè ciò potrebbe portare dei gravi incagli al commercio con conseguenze molto gravi (1).

Abbiamo inoltre provvedimenti che sono stati proposti, e taluni sperimentati, i quali sono per così dire indipendenti dall'organismo del servizio ferroviario.

Essi possono avere per scopo solo una ventilazione parziale per il personale del treno, oppure la ventilazione generale della galleria.

Appartengono ai primi i sistemi di distribuzione di aria compressa in diversi punti della galleria a vantaggio del personale di linea, o per sopperire in qualche caso di accidenti al personale di servizio del treno, od anche per i viaggiatori, come si hanno nella galleria del Cenisio. Ma la loro efficacia si è sempre dimostrata molto dubbia.

Vi appartengono pure apparecchi respiratori, maniche a vento, proposte qua e là, i ventilatori a rotazione, ed i serbatoi di aria compressa uniti alla pompa Westinghouse.

Fra questi apparecchi, se vogliamo specialmente di salvataggio, merita di essere ricordato ancora il pneumoforo dell'Ing. Valle della R. M. a cui si è già sopra accennato. Su questo apparecchio vennero da tempo, come si disse, eseguite delle esperienze da una Commissione tecnica nominata dal R. Ispettorato delle ferrovie.

Questo apparecchio è costituito essenzialmente da un ventilatore elicoidale, fatto funzionare mediante il vapore stesso che può fornire la locomotiva; prende l'aria dagli strati più bassi della galleria, che, come abbiamo veduto, è sempre abbastanza buona; quest'aria o viene fornita soltanto al personale di macchina, oppure può anche mediante un sistema di tubi essere distribuita ai frenatori. La detta Commissione dopo numerosi sperimenti ebbe a dichiarare che il pneumoforo Valle ebbe sempre a fornire sulla locomotiva aria priva di fumo e di vapore, tanto in gallerie a doppio binario quanto in quelle a semplice binario, e tanto colla duplice che colla triplice trazione, colla massima prestazione delle locomotive; che la temperatura dell'aria emessa dal pneumoforo è uguale a quella che viene aspirata dallo apparecchio stesso dagli strati inferiori delle gallerie e cioè ad una temperatura molto più bassa di quella che normalmente si ha sulla piattaforma

(1) Accennerò solo di volo alla convenienza che tutti i treni, od almeno quelli dei viaggiatori, fossero muniti di freno continuo, poichè nel caso speciale del disastro di Pontedecimo, siccome il personale della locomotiva di testa si è sempre trovato in condizioni di servizio, avrebbe potuto impedire la retrocessione del treno col freno continuo.

Come pure è a deplorarsi nello stesso caso specifico che manchi un binario di sicurezza all'imbocco della galleria nel senso di discesa.

della locomotiva in galleria mentre essa serve a diradare il fumo ed il vapore nell'ambiente stesso. Concludeva poi la stessa Commissione che il detto apparecchio meritava di essere preso in considerazione e sperimentato su più vasta scala, cosa che non è però mai stata fatta.

Appartengono ai provvedimenti della seconda categoria, cioè di ventilazione generale delle gallerie, i sistemi di ventilazione coi pozzi sperimentati tanto all'estero che in Italia, ma che in generale hanno sempre dimostrata poca efficacia anche quando si sono adoperati richiami con sorgenti di calore o ventilatori meccanici.

Appartiene pure ad essi il sistema recentemente proposto dall'Ing. Saccardo, il quale consiste nel munire un imbocco della galleria di una camera anulare, da cui partono due specie di imbuti concentrici costituenti un ugello di insufflazione che si raccorda con una sezione ristretta, cioè ridotta alla sagoma limite di un treno, della bocca del tunnel. Per mezzo di un ventilatore a forza centrifuga si immette nella camera anulare dell'aria, che uscendo da una parte converge a guisa di piramide costituendo una specie di chiusura, come di un portone che venga chiuso dietro il treno, mentre dall'altra la massa d'aria iniettata prosegue a piena sezione lungo tutta la galleria.

Ora la Commissione del R. Ispettorato incaricata dell'esame di questo sistema ebbe a concludere che esso « presenta il vantaggio di provvedere all'aeramento generale delle gallerie e quindi migliora l'ambiente in cui respira il personale del treno e di linea anche durante gli slittamenti, che vengono diminuiti e ridotti poichè la ventilazione generale tende a mantenere asciutto il binario;

« che il detto sistema, non richiedendo la costruzione di appositi pozzi, e cunicoli, risulta di una spese d'impianto assai limitata. Esso si può applicare alle gallerie già aperte al traffico senza produrre incaglio allo esercizio e senza richiedere maggiore spesa di quella che sarebbe occorsa qualora l'apparecchio fosse stato applicato durante la costruzione del sotterraneo.

Ed infine la Commissione riteneva che il sistema Saccardo costituisse una felice, pratica ed economica soluzione del problema della ventilazione generale delle gallerie ferroviarie con mezzi meccanici.

Finalmente abbiamo provvedimenti che consistono od in una generale, oppure almeno in una locale trasformazione del sistema di trazione, e cioè nella scelta di sistemi di trazione che non importino gli inconvenienti sopra indicati della trazione a vapore, e tali sarebbero la trazione ad aria compressa, la trazione funicolare e la trazione elettrica Quest'ultima specialmente, quantunque si trovi ancora allo stadio di esperimento si presenta tuttavia come il sistema destinato più sicuramente a risolvere il problema in questione.

Per cui molto opportunamente nell'ultimo loro congresso gli Elettrotecnici italiani facevano voti che, anzichè intralciarli con inopportune disposizioni, si facilitassero ed anzi affrettassero gli esperimenti sui varii sistemi, e specialmente che venisse concesso l'uso di alti potenziali, determinando però le norme più scrupolose atte a guarentire la sicurezza delle persone.

Noi vediamo che le proposte di provvedimenti non mancano.

Poichè generalmente le gallerie si trovano in vicinanza di forze idrauliche naturali serviamoci di queste per tentare o l'attuazione della trazione elettrica o quella della ventilazione generale delle gallerie coi sistemi riconosciuti più adatti. Oppure ricorriamo pel momento a quei provvedimenti, che meno incaglino il traffico ferroviario, mentre nello stesso tempo ci rendano meno esposti ai pericoli derivanti dal movimento dei treni nelle gallerie.

Non contentiamoci di troppo commuoverci pubblicamente quando succede un disastro e di prendere delle disposizioni temporanee, ma adottiamo dei provvedimenti, che abbiano almeno un'efficacia alquanto duratura.

Pur troppo in fatto di industrie le ragioni economiche si impongono a tutte le altre, specialmente quando l'industriale è una pubblica amministrazione, come lo Stato, e questa è forse la ragione principale per cui sempre si va differendo l'applicazione dei provvedimenti anche più importanti nei pubblici servizi (1).

Programma per il dodicesimo Premio Bressa. — La Reale Accademia delle Scienze di Torino, uniformandosi alle disposizioni testamentarie del Dottore Cesare Alessandro Bressa, ed al Programma relativo pubblicatosi in data 7 Dicembre 1876, annunzia che col 31 dicembre 1898 si chiuse il Concorso per le scoperte e le opere scientifiche fatte nel quadriennio 1895-98, al quale concorso erano chiamati Scienziati ed Inventori di tutte le nazioni.

Contemporaneamente essa Accademia ricorda che, a cominciare dal 1.° Gennaio 1897, è aperto il Concorso per il dodicesimo premio Bressa, a cui, a mente del Testatore, saranno ammessi solamente **Scienziati ed Inventori Italiani.**

Questo Concorso ha per iscopo di premiare quello Scienziato italiano che durante il quadriennio 1897-1900, « a giudizio dell'Accademia delle Scienze di To-
» rino, avrà fatto la più insigne ed utile scoperta, o prodotto l'opera più celebre
» in fatto di scienze fisiche e sperimentali, storia naturale, matematiche pure ed
» applicate, chimica, fisiologia e patologia, non escluse la geologia, la storia, la
» geografia e la statistica. »

Questo Concorso verrà chiuso col 31 Dicembre 1900.

La somma destinata al premio, dedotta la tassa di ricchezza mobile, sarà di lire 9600 (novemila seicento).

Chi intenda presentarsi al Concorso dovrà dichiararlo, entro il termine sopra indicato, con lettera diretta al Presidente dell'Accademia, e inviare l'opera con la quale concorre. L'opera dovrà essere stampata; ***non si terrà alcun conto dei manoscritti.*** Le opere presentate dai Concorrenti, che non venissero premiati, non saranno restituite.

Nessuno dei Soci nazionali, residenti o non residenti, dell'Accademia Torinese potrà conseguire il premio.

L'Accademia dà il premio allo Scienziato che essa giudica più degno, ancorchè non si sia presentato al Concorso.

(1) In seguito alla presente lettura e ad una discussione cui presero parte il prof. Piutti di Napoli, uno degli incaricati del Governo per l'inchiesta sul disastro di Pontedecimo, gli ing. Bentivegna di Roma e Fadda di Torino, il Congresso Nazionale d'Igiene approvava due ordini del giorno, uno del prof. Piutti, con cui si fanno voti perchè tutto ciò che si riferisce all'igiene ferroviaria ed alla salute del personale venga coordinato alla legge e regolamenti sanitari, ed un altro del relatore prof. S. Pagliani così formulato: « Il Congresso nazionale d'Igiene in seduta plenaria, considerati i gravi inconvenienti che si verificano talora nel servizio ferroviario nelle gallerie, mentre si associa al voto recente degli Elettrotecnici Italiani perchè si facilitino ed anzi si affrettino gli esperimenti sulla trazione elettrica in modo che la si possa in tempo non lontano applicare almeno al servizio delle gallerie, fa voti che intanto siano subito presi quei provvedimenti, che praticamente si sono presentati come i più adatti alla ventilazione o parziale o generale delle gallerie. »

Proposte di esperimenti di trazione elettrica per le ferrovie italiane. — L'amministrazione della Rete Adriatica presentò un progetto completo, per un'applicazione in grande scala della trazione elettrica con stazione generatrice centrale e distribuzione con conduttura aerea alle linee che da Lecco si dirigono lungo il Lago di Como verso la Valtellina, e cioè sulla linea Lecco Colico Sondrio, della lunghezza di 79 Km. e pendenza massima del 14 per mille, con numerose gallerie, e sulla diramazione Colico-Chiavenna, che mette capo al punto d'innesto di due grandi valichi alpini, lo Spluga ed il Bernina, giornalmente percorsi dalle Messaggerie Federali Svizzere.

Quest'ultimo tratto di linea ferroviaria è di soli 26 km. di lunghezza con poche e brevi gallerie, ma vi si riscontrano molte pendenze che arrivano sino al 20 $^{00}/_{00}$.

La trazione elettrica dovrà disimpegnare l'intero servizio viaggiatori e merci di dette linee.

La velocità massima prevista è rispettivamente di 60 km. all'ora pei treni viaggiatori e di 30 chilometri all'ora pei treni merci.

Il tragitto Lecco-Sondrio dovrà pertanto essere compiuto in un'ora e 45 minuti dai treni diretti, e in 2 ore e 30 minuti dai treni omnibus.

La stazione generatrice centrale verrà impiantata presso Morbegno, ove vi ha una rapida dell'Adda, utilizzando la quale si possono sviluppare oltre a 3000 cavalli di forza.

La corrente trifase costì generata, a 15000 volt, verrà mandata a dei trasformatori fissi distribuiti in diverse stazioni secondarie stabilite in punti convenienti lungo i due tronchi di linea suaccennati.

Dai trasformatori si irradierà con potenziale ridotto alla linea di servizio, la quale sarà costituita da un doppio filo aereo sostenuto da pali in legno, disposti lungo il binario di corsa.

La Società Adriatica propose pure un esperimento di trazione elettrica alla linea Bologna-San Felice sul Panaro, impiegandovi però vetture automotrici con accumulatori elettrici. Gli accumulatori saranno quelli del nuovo tipo inventato dal nostro tenente colonnello Pescetto e fabbricati dalla Società Cruto in Alpignano, dei quali si fecero recentemente importanti esperienze, sembra con buon esito sulle tramvie di Roma.

Ogni automobile, capace di 60 persone, porterà una batteria di accumulatori che gli permetterà di compiere senza ricarica il viaggio di andata e ritorno (84 km.).

Dette vetture saranno a due carrelli e peseranno a carico completo circa 40 tonn.

La Società per le ferrovie del Mediterraneo ha pur essa proposto due esperimenti di trazione elettrica, l'uno con conduttura lungo la linea e l'altro con carrozze automobili mediante accumulatori elettrici.

Il primo esperimento si effettuerà sulla linea Roma-Frascati, col concorso ed in servizio cumulativo con la Società delle tramvie Romane. Questa costruirà a proprie spese una nuova linea di tramvia elettrica, che allacciandosi in Piazza Termini colle linee urbane già esistenti, e uscendo dalla città per Porta Maggiore, andrà a raccordarsi colla linea ferroviaria per Ciampino e Frascati, presso il bivio Mandrione, a circa 4 km. dall'attuale stazione di Roma-Termini. Quindi le carrozze elettriche potranno partire dal centro di Roma, da piazza Venezia o da San Silvestro, e andare direttamente a Frascati.

I biglietti saranno dati direttamente nelle carrozze, come si pratica nelle tramvie con risparmio di tempo e di noie pei viaggiatori, e si potrà fare una corsa ogni ora od anche ogni mezz'ora, secondo l'affluenza dei viaggiatori.

La corrente elettrica sarà continua ed a basso potenziale, come quella ora im-

piegata nelle tramvie urbane, e sarà fornita dalla Società anglo-romana di elettricità per la tratta vicino a Roma fin presso a Ciampino, e da un apposito impianto idro-elettrico per la tratta ulteriore fino a Frascati. La conduttura elettrica sarà fatta col sistema del filo aereo e del *trolley* da Roma fino al bivio Mandrione e col sistema detto della *terza rotaia* lungo la linea ferroviaria tra il bivio Mandrione e Frascati.

Il secondo esperimento di trazione elettrica proposto dalla Ferrovia Mediterranea si è fatto sulla tratta Milano Monza, con grandi carrozze automotrici ad accumulatori elettrici, montate su due carrelli girevoli Ogni carrozza può contenere da 80 a 100 viaggiatori, e percorre la tratta da Milano a Monza, lunga 13 km., in 20 minuti. Si potrà fare una partenza ogni mezz'ora tanto da Milano che da Monza.

Terremo informati i nostri lettori dei risultati più o meno prossimi di queste importanti prove.

BIBLIOGRAFIA

Guide pratique pour la recherche et l'exploitation de l'or en Guyane française; par M. E. D. Levat Ingénieur civil des Mines. - Un vol. in 8' gr. con 6 tavole. - Paris V.^{ve} Ch. Dunod editore 1898.

L'Autore, E. D. Levat, del volume che presentiamo ai lettori del ***Politecnico*** non è sconosciuto a coloro che si occupano di ricerche montanistiche, e specialmente di metalli nobili, poichè prima ancora di accingersi alla pubblicazione dell'opera in esame, aveva già fatto parlare di sè assai favorevolmente, col suo lavoro, veramente magistrale « L'oro nella Siberia orientale » col quale, rivelando una eccezionale competenza nella coltivazione delle alluvioni aurifere mediante escavazioni alla draga, aveva ottenuto di essere inviato dal Governo francese in missione alla Guiana. La guida pratica di cui ora intendiamo parlare, è appunto il risultato della sua missione, il Rapporto al Ministro sulla coltivazione dell'oro nella Guiana francese e in quella parte della colonia, che confina coll' Impero brasiliano e che è tutt'ora oggetto di contestazioni fra i due governi.

Dalla forma che l'Autore ha dato al suo libro, subito si scorge quanto sia pratico il suo spirito; infatti egli ha coordinato i fatti a guisa di istruzioni pratiche; ne ha riunito e raggruppato un numero sufficiente a formare un'opera, che serve di guida nelle ricerche e nei lavori, non solo ai coltivatori d' oro dell' oggi, ma anche a coloro che più tardi si sentiranno chiamati a trarre profitto delle ricchezze si può dire ancora vergini della colonia.

È evidente che la mancanza di precise notizie sulle condizioni nelle quali può esercitarsi la coltivazione montanistica in un paese è di gravissimo ostacolo allo sviluppo della medesima; percui l'opera intenta a sopprimere questo ostacolo, non può a meno di avere un'efficacia grandissima.

Le condizioni sulle quali occorrono informazioni esatte, sono di due nature, d'ordine generale e particolare; le prime comuni anche agli altri paesi inesplorati, vengono peggiorate e rese più gravi dalle seconde, quando queste sono tali, da costituire difficoltà talvolta insormontabili. Nella Guiana

le condizioni particolari sono il clima, la vegetazione troppo rigogliosa, la difficoltà dei trasporti, e della mano d'opera. Ora il nostro Autore passa in rivista tutte queste condizioni speciali, le esamina e discute a fondo rilevandone le influenze, e dimostrando che sono suscettibili di miglioramenti, i quali una volta introdotti, permetteranno all'industria della coltivazione dell'oro di assumere anche nella Guiana uno sviluppo, da poter stare a pari ad altri paesi, dove essa già è prospera e rigogliosa.

Con tale intendimento l'Autore ha diviso la materia del suo libro in tre capitoli; nel primo ha riunito tutte le nozioni geologiche conosciute intorno a quella regione, completandole con le osservazioni sue personali in modo da offrire un'idea esatta della geologia generale della Guiana e della disposizione delle sue zone aurifere. Per lo passato non vi si conoscevano che le alluvioni aurifere; egli, pel primo in questa guida ha intrapreso uno studio metodico di una formazione diversa detta *roccia a blatte* (*Roche à ravets*), proveniente dalla decomposizione di diorite, di porfisite, e di diabare, la quale offre un nuovo campo, ben più vasto dell'attuale, alle coltivazioni montanistiche. Egli ha infatti dimostrato che la diorite della Guiana contiene dell'oro; che la roccia a blatte è un prodotto di decomposizione secondaria della medesima, nel quale si riscontra per lo meno una parte del prezioso metallo contenuto nella roccia originaria. La sua dimostrazione è appoggiata alle esperienze fatte nel laboratorio della scuola delle Miniere di Parigi sopra campioni di roccie da esso raccolti alla Guiana e riportati in Francia.

L'Autore osserva che la stessa coltivazione delle alluvioni aurifere è ancora ben lontana dal suo sviluppo normale; percui quella dei filoni è riserbata ad un avvenire non tanto prossimo; ciònullameno, egli indaga le difficoltà che la sua introduzione può incontrare, ed accenna ai mezzi per superarle e prepara così una strada sicura all'avvenire.

Interessantissima e assai istruttiva è la storia delle ricerche e delle coltivazioni dei giacimenti auriferi nelle condizioni attuali, storia che forma appunto argomento del secondo capitolo; e ciò è evidente, per poco si voglia riflettere alla circostanza, che il paese nell'interno è si può dire sconosciuto, disabitato; privo di mezzi di vivere e quelli di trasporti limitati generalmente ai corsi d'acqua, e ancora non possibili in tutte le stagioni; e si tenga presente lo scopo a cui mirano coloro che vi si recano a scopo industriale, la ricerca dell'oro che mette una febbre nei cercatori indescrivibile, della quale recentemente abbiamo sentito parlare i giornali a proposito delle scoperte fatte nell'Alaska; quando si tenga tutto ciò presente, si avrà una pallida idea delle molte peripezie alle quali tali ricerche sono esposte.

Nella Guiana tutti sono cercatori d'oro; le ricerche si organizzano però per brigate di 7 a 8 uomini compreso il capo. Per penetrare nell'interno si attende che i fiumi abbiano una portata media, necessaria per superare i numerosi salti che s'incontrano: la navigazione si fa per mezzo di piroghe, due per brigata, sulle quali devesi trasportare non solo il personale

ma anche le provvigioni per circa due mesi; poichè la mancanza di viveri è quasi il maggiore degli ostacoli a cui si va incontro.

La popolazione della colonia non supera i 28000 abitanti, dei quali 12000 stabiliti a Caienna; ora si immagini quanto debbano farsi sentire le fluttuazioni improvvise di popolazione nei momenti in cui si scopre un nuovo campo aurifero, verso il quale affluiscono i cercatori d'oro. Questi esodi fanno epoca nel paese, e fra essi uno dei più notori è quello dell'Awa, dove in pochi mesi vi accorsero da 5 a 6 mila neri. Le condizioni di lavoro sono difficili, specialmente per la mancanza di una legislazione appropriata, e di mezzi d'esportazione. L'installazione di cantieri regolari di qualche importanza è quasi impossibile; un canale di una certa lunghezza opportunissimo per le lavature, non fu mai intrapreso, perchè mancherebbero i mezzi per la sua manutenzione e per farne rispettare la proprietà. Gli abusi poi e le violenze sono frequenti; originale è la cosidetta « Piccola Maria » che gli operai avevano introdotto a Carsewène; tale abuso consisteva nel continuarsi dagli operai il lavoro di trattamento delle sabbie aurifere del proprietario del campo, per proprio conto, dalle 4 pom. in cui cessa l'orario stabilito fino a notte avanzata e nei giorni festivi dalla mattina alla sera, come se il campo loro appartenesse, permettendo al proprietario, per unica concessione, di lavorare con essi come un operaio e di ricevere come tale una quota uguale alla loro.

I cercatori isolati sono numerosissimi; la concessione per coltivare un campo viene accordata dal Ministero dell'Interno di Caienna, a quegli che prima la richiede; per cui se la scoperta viene fatta da diversi individui, è una corsa a rompicollo fra essi per arrivare prima a Caienna, e generalmente vince quegli che meglio sa guidare la piroga e viaggiare con maggiore velocità. I cercatori per conto di Società sono pure numerosi, ma quelli che realmente se ne occupano con serietà sono pochissimi. Molti se ne vanno equipaggiati dalle Società e poi si danno alla caccia o alla pesca, e se ne ritornano scusandosi col non essere stati fortunati nelle loro ricerche. Altri, fatta la scoperta coi mezzi delle Società, se l'appropriano, dichiarandosi essi stessi proprietari; ecc.

L'Ing. Levat continua indicando il modo di eseguire le ricerche, di apprezzare il tenore in oro dei terreni esplorati, ecc. e qui il suo libro è una vera guida tecnica in tutto il significato della parola, che può servire di manuale sicuro ai coltivatori d'oro della Guiana. Lo spazio ci vieta di seguirlo in questi particolari; solo avendo noi accennato in principio alla rigogliosa vegetazione, come ad una delle difficoltà speciali al paese, diremo che lo sboscamento sui campi auriferi è una necessità e la spesa necessaria è considerevole e deve prendersi in considerazione nel fare i propri calcoli per un impianto fruttifero; il nostro Autore la valuta a circa 10 000 lire per ettaro, quando la larghezza non è maggiore di 15 a 20 m.; e a 20 000 lire se essa è da 50 a 60 metri.

Esposte così le nozioni relative alle ricerche, l'Autore passa a trattare dei metodi di coltivazione; questi sono ancora oggi così primitivi come

all'origine; con tutte le difficoltà che può offrire una terra incognita; mezzo di trasporto, a schiena d'uomo unicamente; assenza assoluta di bestie da soma o da tiro; vie di comunicazione: sentieri indigeni quasi impraticabili, che attraversano delle paludi pericolose, o si arrampicano sopra rupi scoscese. Per ponti: semplici alberi fatti cadere sul corso d'acqua. Per abitazione delle capanne di pali e fogliame.

In queste condizioni si coltivano i campi auriferi con dei canali di legno nei quali si getta la materia, e vi si fa scorrere l'acqua che deve lavarla. L'Autore descrive minutamente tutte le disposizioni relative, e le illustra con opportuni disegni, indicando anche i perfezionamenti di cui sono suscettibili. Il trattamento delle sabbie aurifere consta di lavori preparatori, e dei lavori di trattamento propriamente detto.

A complemento della sua esposizione l'Autore aggiunge alcune monografie di vari campi auriferi offrenti condizioni svariate, e ciò allo scopo di meglio illustrare le nozioni esposte sui metodi impiegati, e per dare una idea della ricchezza di quelle alluvioni e dei limiti dentro i quali una coltivazione è conveniente o cessa di esserlo. Non manca poi di fare dei paragoni colle coltivazioni della Guiana Olandese e Inglese, i quali corroborano maggiormente le proposte dell'Autore circa le innovazioni da introdurre, dimostrando i vantaggi effettivi che ne deriverebbero.

Le prime scoperte dell'oro nella Guiana risalgono al 1853 e sono dovute a Paoli che vi approdò con alcuni Brasiliani delle rive del fiume delle Amazzoni, venuti per sfuggire al servizio militare del loro paese. Le prime coltivazioni si iniziarono nel 1855 nell'Approuague; poi nell'Oyapok, indi nella Comté; nel 1878 si scoperse Sant'Elia, poi la Mana e così di seguito.

Dopo un'esposizione così particolareggiata delle condizioni nelle quali si praticano le coltivazioni nella Guiana, dalla quale chiaramente si rilevano i difetti, è evidente che all'uomo tecnico, debbono presentarsi subito le disposizioni atte a migliorare e perfezionare o sostituire i procedimenti in uso; e questo è appunto ciò che costituisce l'argomento del terzo capitolo. Qui l'Autore non è più semplice osservatore, non si limita a descrivere, ma si rivela perito profondo e perciò questo capitolo è il più istruttivo e utile dell'opera. Egli suggerisce i metodi tecnici che, secondo lui, sarebbero più adatti per le ricerche metodiche e per una successiva coltivazione razionale dei campi auriferi, mediante apparecchi meccanici, affatto sconosciuti alla Guiana, e che esso, non si è limitato a proporre, ma ha installato effettivamente durante il suo soggiorno nel paese, per farne un'applicazione pratica e dimostrare la convenienza dei medesimi. I risultati ottenuti hanno pienamente corrisposto alle aspettative, cosicchè non vi ha più ad esitare per imbarcarsi in questa via. I mezzi meccanici proposti consistono nell'impiego di draghe; l'Autore esamina le obbiezioni che si possono fare all'uso di tali procedimenti meccanici, e dimostra che nelle condizioni della Guiana sono affatto insussistenti. Egli non dubita che le sue proposte otterranno la piena fiducia degli industriali; è una questione di tempo, ma che non può nemmeno durare a lungo, poichè le tre draghe che

ora vi esistono riscuoteranno senz'altro e presto coi loro risultati il favore degli interessati.

L'Autore, quasi a complemento della sua guida e delle sue proposte, esamina la questione della mano d'opera che è certamente la più importante ed arriva alle conclusioni che è necessario di favorire l'immigrazione dei *coolies;* di regolarizzare con disposizioni legislative i contratti cogli operai; e finalmente di facilitare il reclutamento del personale operai indigeno nelle altre colonie francesi.

Da ultimo l'Autore studia la questione dei trasporti, che si può dire compendii in essa tutte le altre. L'orografia rende impossibile lo sviluppo della navigazione fluviale all'infuori che colle piroghe, perciò non resta che a ricorrere alle strade ferrate. L'Autore con piena competenza esamina i bisogni a cui si deve soddisfare; le prospettive dello sviluppo riserbato all'avvenire della colonia; finalmente le risorse finanziarie permettenti di trovare i fondi necessari alla creazione delle vie ferrate occorrenti e delle quali valuta la spesa presuntiva.

Noi non possiamo seguire l'Autore in queste ricerche e nemmeno limitarci a riportare le conclusioni dei suoi studii; ma osserviamo che le proposte sue sono perfettamente attendibili, e che senza il bisogno della madre patria la Colonia potrebbe bastare a sè stessa. Naturalmente che la creazione dei fondi necessari si basa sulle somme che il Governo può ricavare dalle tasse attuali sui prodotti delle varie coltivazioni, tasse che l'Autore non propone di accrescere, ma solo di applicare col controllo necessario, e che dimostra essere pienamente sufficienti; quando si rifletta che la produzione annuale d'oro della Guiana è di 15 a 18 milioni di lire nelle condizioni primitive nelle quali ora si esercita, si comprenderà come sia facile di attuare una rete di ferrovie, atto a riunire i campi auriferi alla capitale. A ciò basterebbero 350 chilometri di ferrovie, alla cui costruzione si può applicare la mano d'opera dei condannati residenti a Caienna, e la quale non costerebbe nulla; per cui la spesa necessaria all'attuazione di questa rete sarebbe molto limitata.

A complemento del libro l'Autore vi ha aggiunto la legislazione mineraria attualmente in vigore nella Guiana francese, quattro tavole illustrative e due carte interamente inedite. Non esitiamo a dire che l'opera dell'Ing. Levat non solo è destinata a far conoscere le condizioni attuali della coltivazione dell'oro nella Guiana francese, ma a tracciar al suo sviluppo un nuovo indirizzo, che ne aumenterà considerevolmente i prodotti.

Teramo, novembre 1898.

GAETANO CRUGNOLA.

Gli edifici in terracotta dell'epoca romanica specialmente nell'Alta Italia e nella Germania settentrionale. — Monografia tecnico-artistica di O. Stiehl, Architetto del Governo e della Città di Berlino, con 27 tavole prese dagli originali e 113 figure nel testo. — Lipsia 1898 — Libreria editrice Baumgärtner. *(In Milano presso l'Editore* Hoepli*).*

Una nuova e poderosa opera intorno agli inizii dell'architettura lombarda è quella pubblicatasi, nel corrente anno 1898, dal Signor O. Stiehl, architetto della città e provincia di Berlino sotto il tilolo: ***Der backsteinbau romanischer zeit besonders in Oberitalien und Norddeutschland.***

Editrice ne fu la ben nota Ditta Baumgärtner, di Lipsia che adornò il testo di 27 tavole prese dagli originali e di 113 incisioni minori, e l'autore stesso chiama il suo lavoro una monografia tecnico-critica ch'egli dedica al padre suo Teodoro Stiehl.

Anteposta una breve prefazione in cui fa risalire la prima idea dell'opera sua al Professor Carlo Schafer, svolge con argute considerazioni il tema che s'è proposto, aggiungendo che egli ha visitati di persona tutti gli edifici di cui discorre, fatta eccezione della chiesa di San Felice e Fortunato di Vicenza e di alcune poche di Germania, esamina egli partitamente in altrettanti capitoli i monumenti dell'Alta Italia, di Danimarca, dei Paesi Bassi e della Germania settentrionale, suddividendo quest' ultima sezione fra i diversi edifici del Meclenburgo, della Marca di Brandeburgo, della Pomerania e della Baviera e Alsazia.

Tanto per le Chiese dell'Alta Italia quanto per quelle della Germania settentrionale fa susseguire al testo alcune considerazioni generali sulla tecnica, sulle forme e sulla cronologia dei diversi edifici che riescono di grande interesse per gli studiosi della materia.

I diversi tempii più vetusti di Milano, Sant'Ambrogio, San Sempliciano, San Nazzaro, San Gottardo ecc. e così pure quelli di Pavia, San Michele, San Pietro in Ciel d'oro, San Lanfranco ecc. vi hanno tutti una particolareggiata critica e descrizione sotto il rispetto dei materiali, dell'organismo loro e dello stile che li informa, con molte tavole illustrative a parte e nel testo secondo l' importanza dell' argomento.

Anche Cremona e Vercelli vengono appresso colle loro chiese più cospicue e susseguono poi il Chiostro di Chiaravalle presso Milano, la Sagra di Carpi, il Duomo di Modena, San Sepolcro di Bologna, la chiesa parroc-

chiale di Tronzano, San Lorenzo di Verona, e il tempio claustrale di Santa Maria di Pomposa.

Quest'ultimo specialmente vi è descritto con somma accuratezza e si riproducono in nitide tavole le antiche iscrizioni dell'atrio e della torre, ma per tutti in genere gli edificii precitati, il chiaro autore nulla omette perchè il lettore possa farsi un'esatta idea dell'esser loro e delle principali caratteristiche edilizie che vi si notano. L'erudizione va di pari passo coll'acutezza delle vedute, benchè, per quanto risguarda per es. la Basilica Ambrosiana, non vi sia citata l'opera dello Zimmerman di Berlino, nè il riassunto fatto nel V Fascicolo Vol. XVII 1894 del Repertorium für Kunstwissenschaft degli articoli pubblicati al riguardo nel *Politecnico.* Lo Stiehl poi, pur non disconoscendo il valore della tradizione, ma molto elogiando il Cattaneo, si astiene dall'attribuire ai citati edifici lombardi quella remota antichità del VII ed VIII secolo di cui si compiacquero molti autori, e nel riassunto a pag. 37, assegna pressocchè a tutti la data del XII secolo, fatta eccezione per la cripta di S. Filastrio di Brescia dell'VIII, e di quella di S. Fermo di Verona del 1065, della navata maggiore di Pomposa del 1034, e dubbiosamente dell'XI secolo per San Calimero di Milano.

L'egual dottrina e coscienziosità di metodo e naturalmente maggior competenza ancora apporta lo Stiehl nello svolgere le sue deduzioni analitiche intorno agli edificii di Danimarca, dei Paesi bassi e della Germania settentrionale, e certo riesce attraente il raffronto fra le costruzioni arcaiche dell'Alta Italia e le altre affini di quei paesi nordici.

E, nelle rispettive monografie, non mancano copiose osservazioni stilistiche e notizie d'arte svariate ed illustrate con opportune tavole, cosicchè la nuova pubblicazione dello Stiehl va tenuta per opera meritevole della più alta considerazione, e tale che, riassumendo i molteplici scritti fin qui venuti in luce in proposito, formerà per molto tempo autorità di testo fra i cultori delle origini e dello sviluppo della primitiva arte lombarda.

INDICE DELLE MATERIE

Anno quarantaseiesimo - 1898.

STRADE FERRATE — TRAMWAYS — STRADE ORDINARIE.

IDRAULICA E COSTRUZIONI IDRAULICHE.

ELETTRICITÀ E SUE APPLICAZIONI.

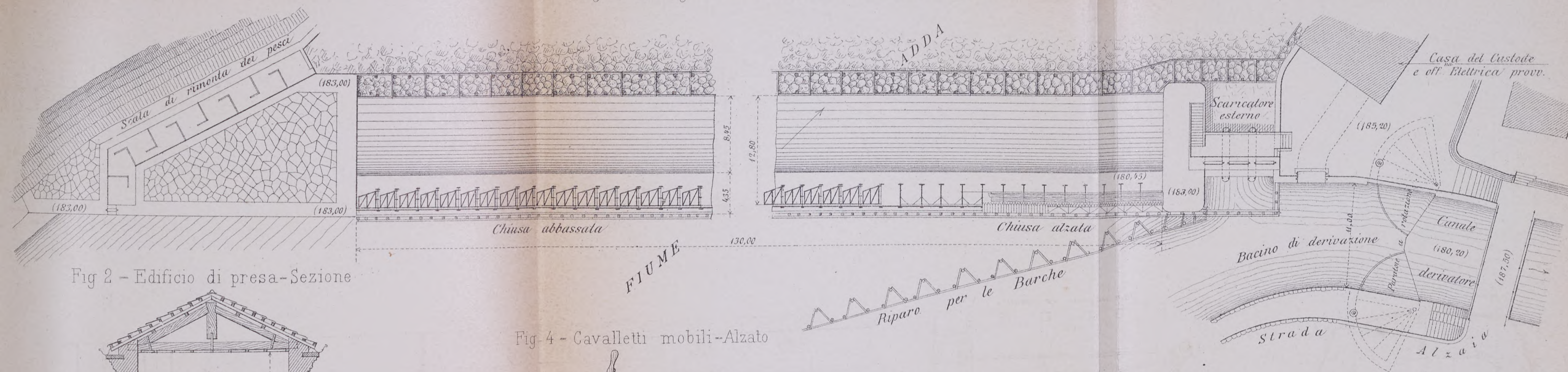
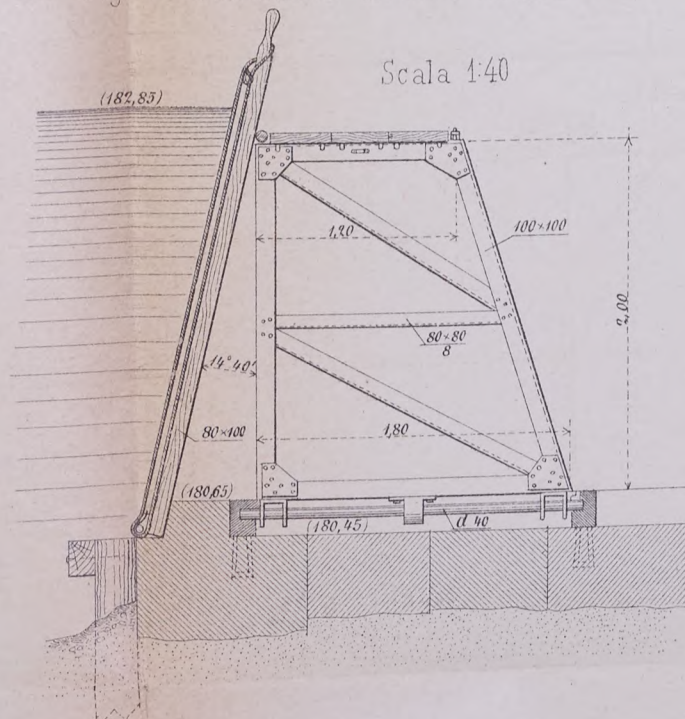
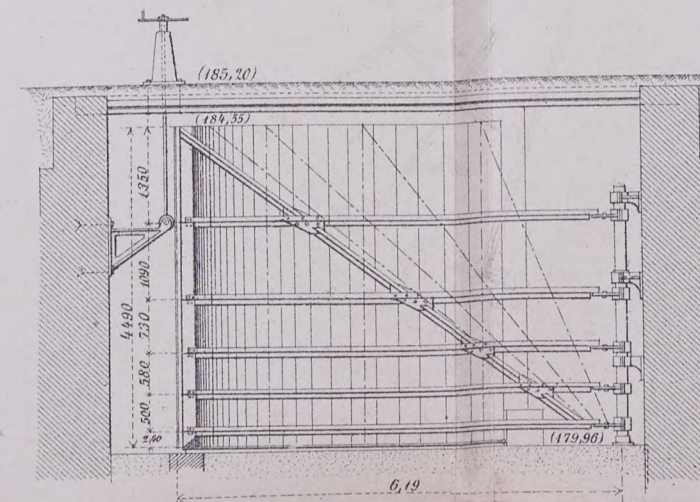
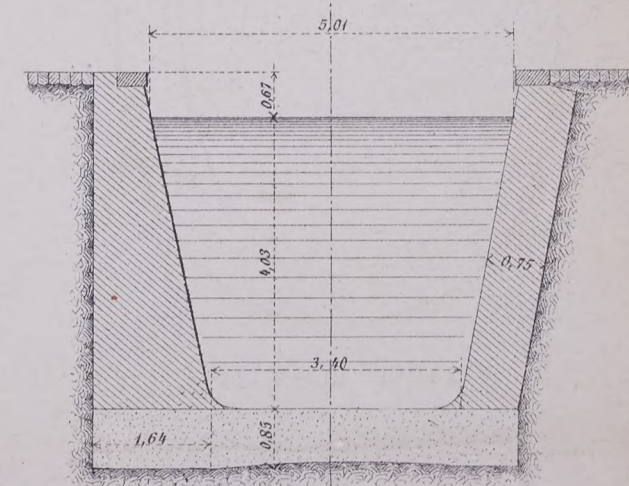
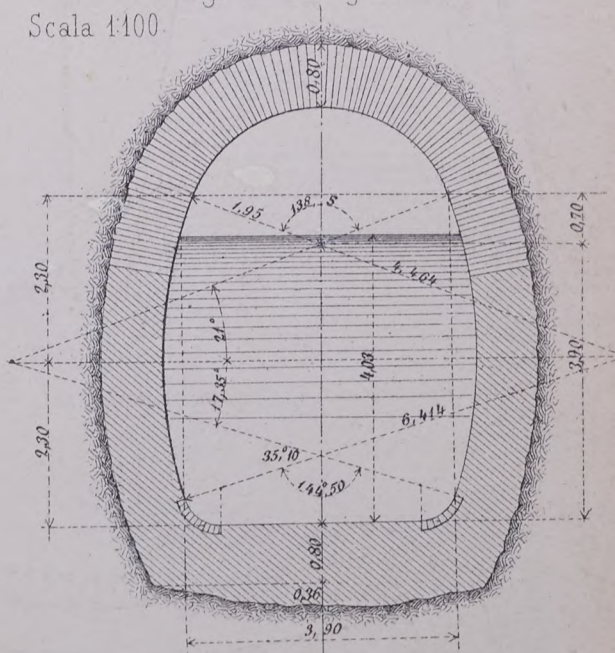
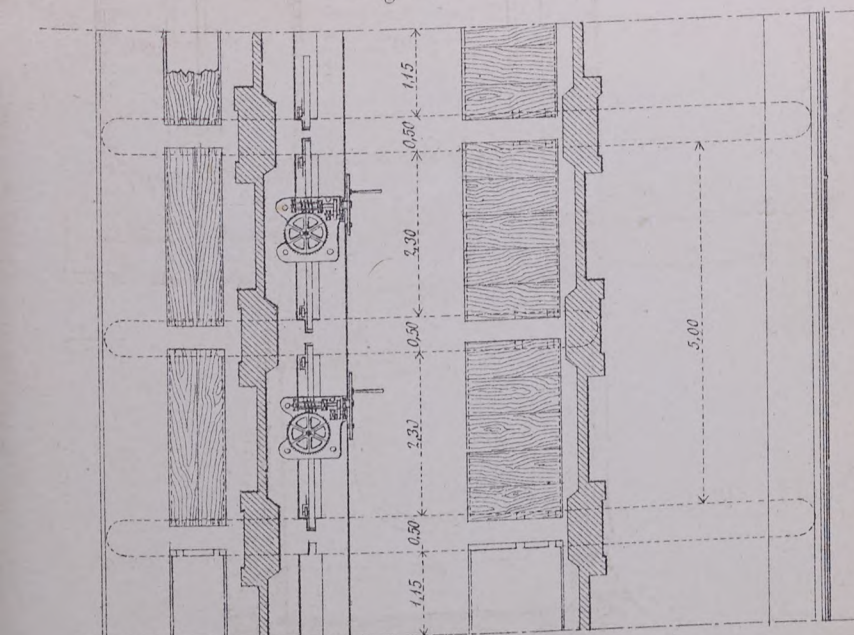
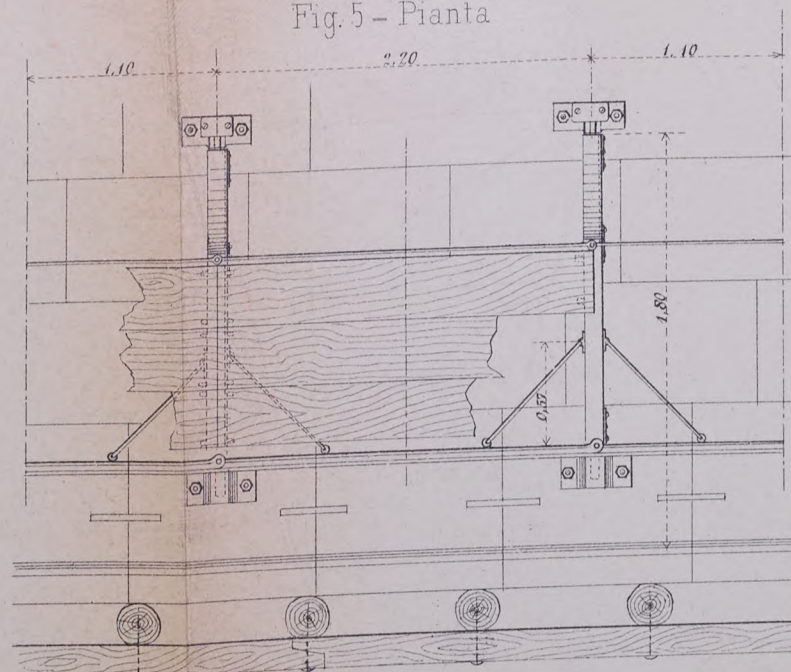
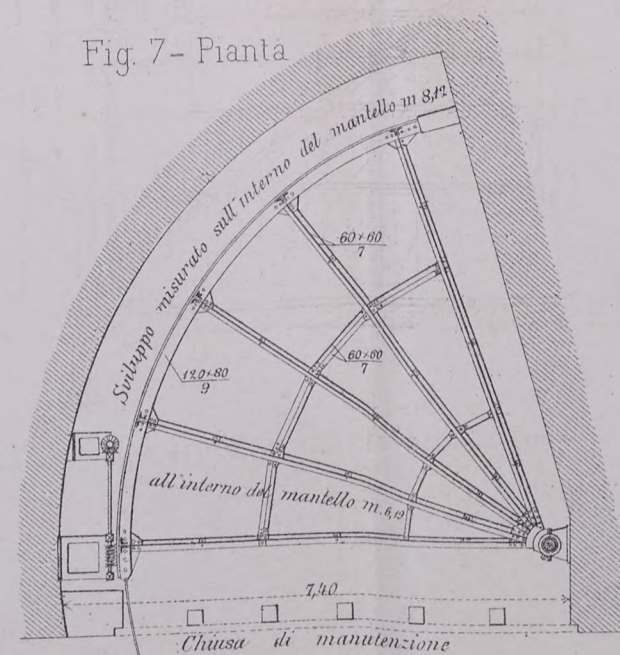
BIBLIOGRAFIA.

COMMEMORAZIONI E NECROLOGIE.

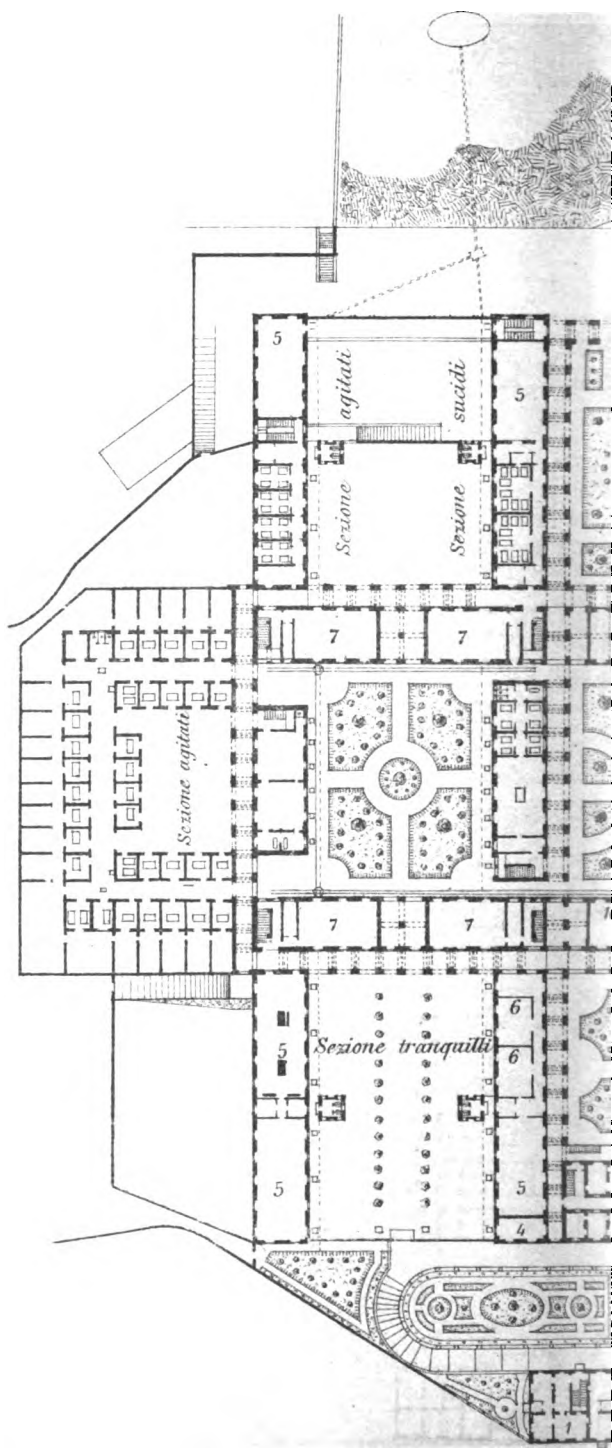
Il presente volume è corredato da 45 tavole e 91 fig. intercalate nel testo

Tipografia e Litografia degli Ingegneri. Ing. C. SALDINI, Gerente.

DI ALCUNI IMPIANTI PER IL TRASPORTO DELL'ENERGIA ELETTRICA

IMPIANTO DI PADERNO

MANICOMIO PROVINCIALE

su progetto

PIANTA

PIANO TERRENO

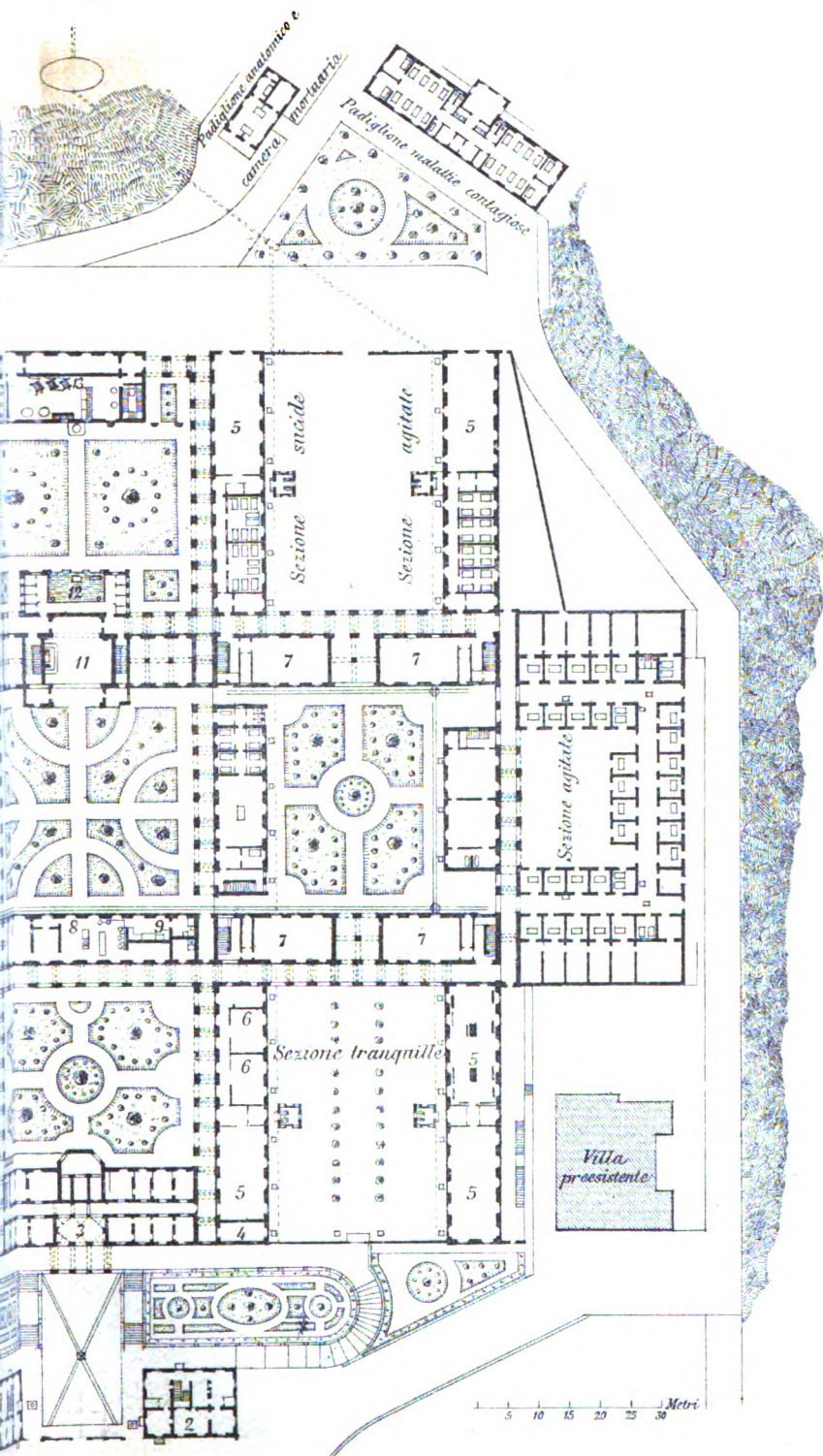
1 – Alloggio del Direttore

3 – Fabbricato d'am

4 – Parlatorio

5 – Sala di soggior

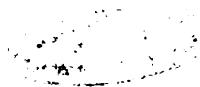
DI GENOVA A QUARTO AL MARE

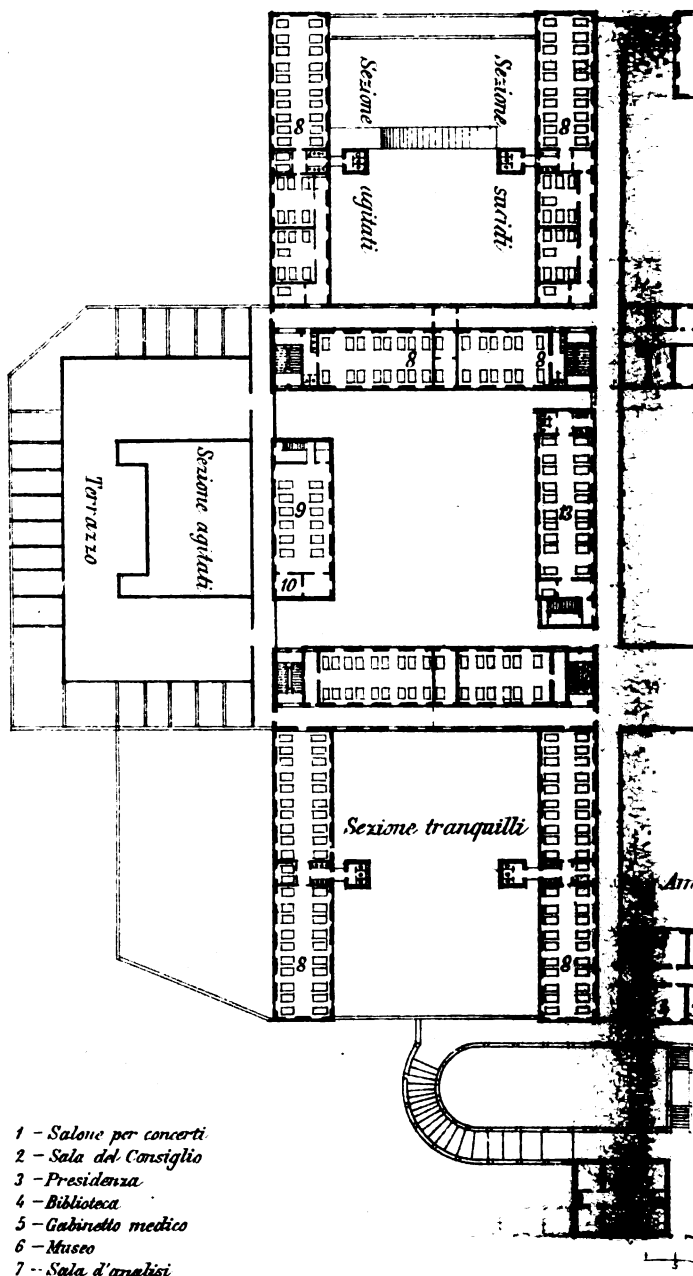
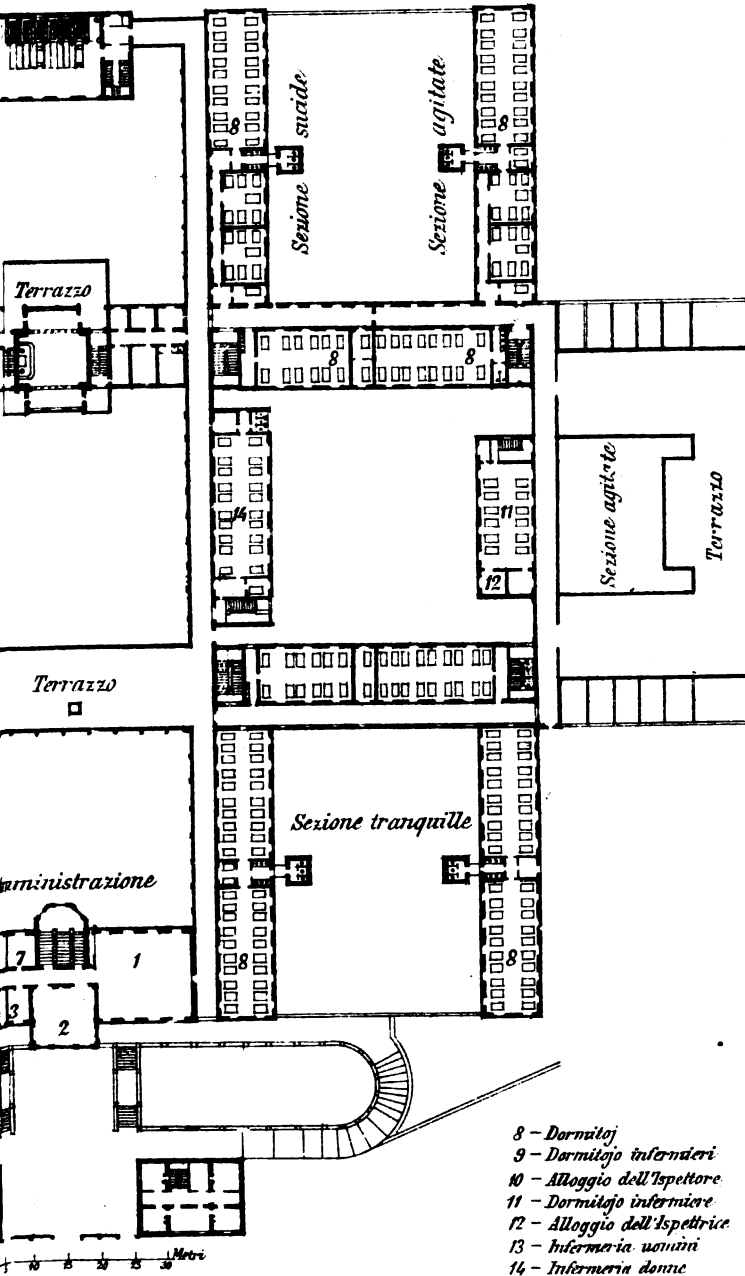
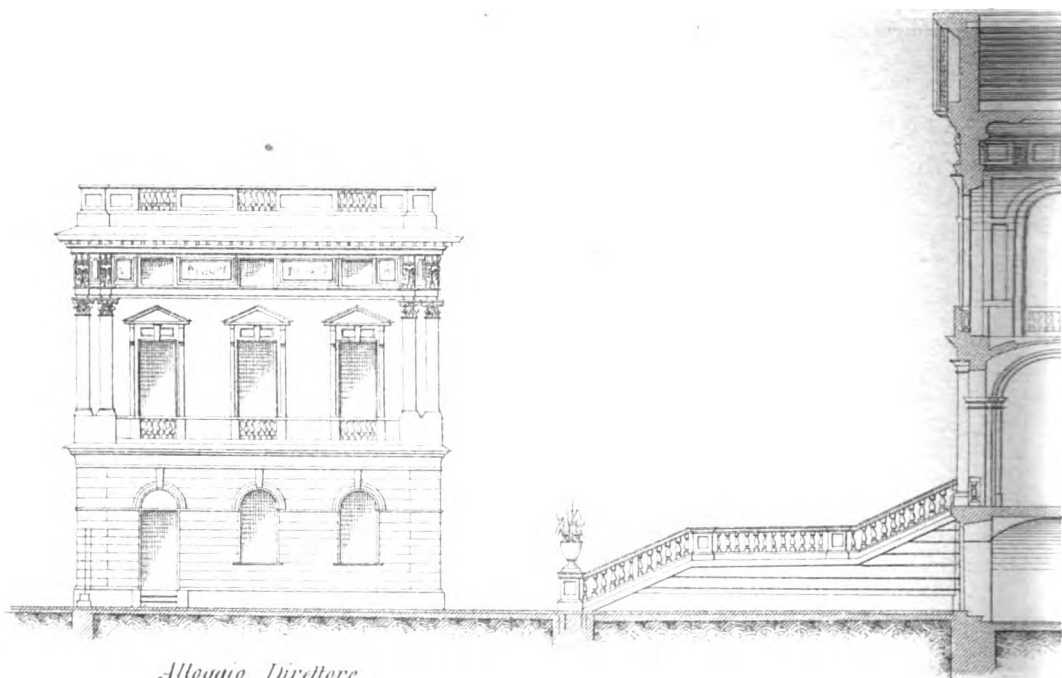
ell'Ing Vincenzo Canetti

DEL PIANO TERRENO

...mministrazione
...

...ggio...

7 — Refettorio
8 — Cucina
9 — Lavatoi
10 — Magazzeno viveri

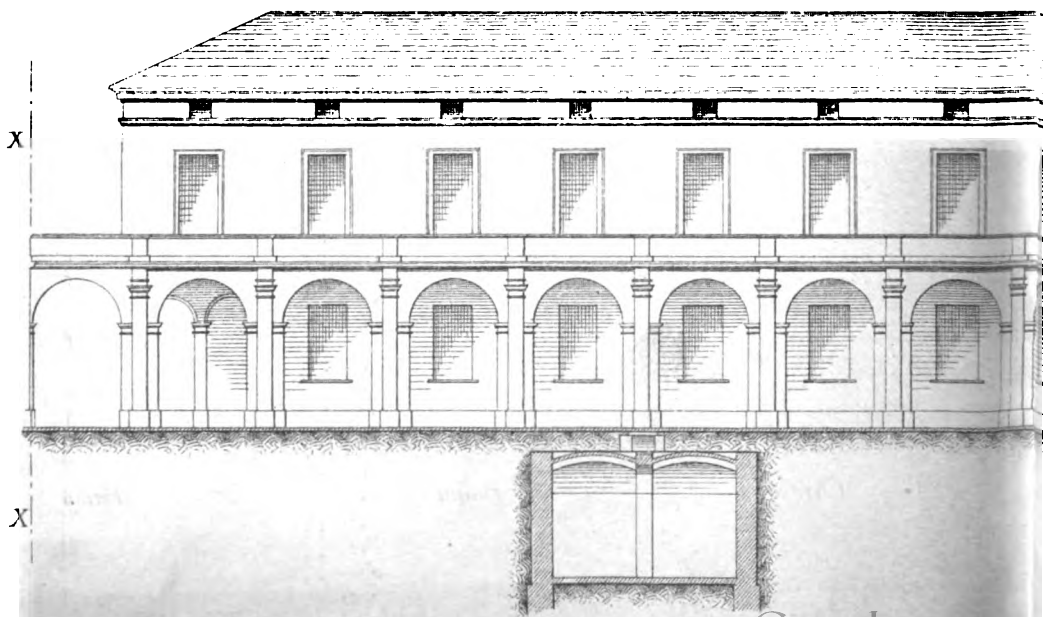
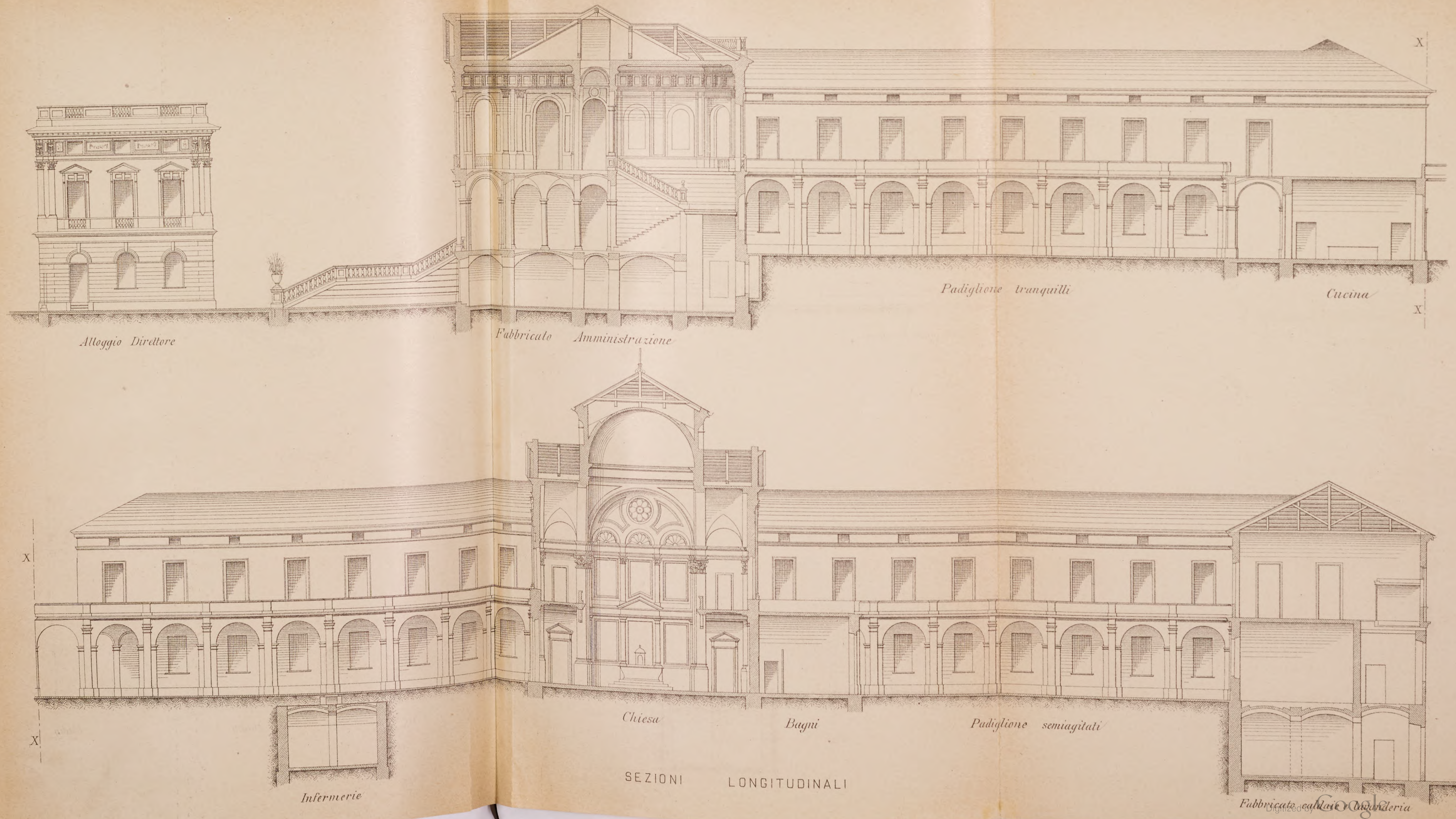
11 — Chiesa
12 — Bagni
13 — Lavanderia

MANICOMIO PROVINCIALE D

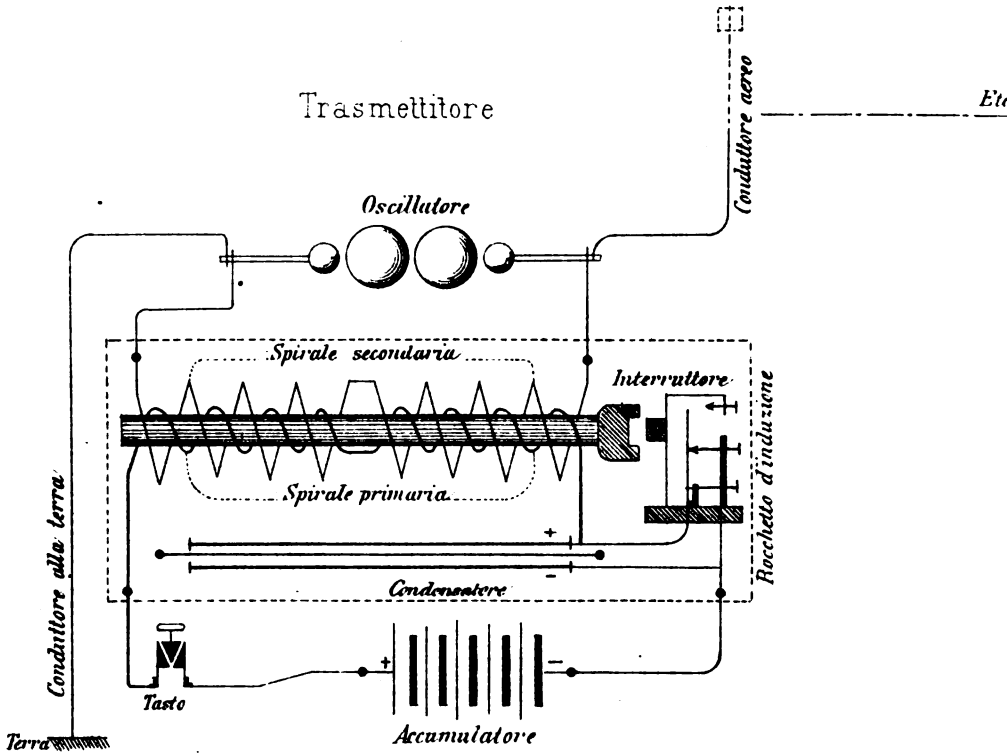
su progetto del

GENOVA A QUARTO AL MARE
Ing. Vincenzo Canetti
Sezione suicide
Sezione agitate
Terrazzo
Sezione agitate
Terrazzo
Terrazzo
Sezione tranquille
mministrazione
DEL PRIMO PIANO
Metri
8 – Dormitoj
9 – Dormitojo infermieri
10 – Alloggio dell'Ispettore
11 – Dormitojo infermiere
12 – Alloggio dell'Ispettrice
13 – Infermeria uomini
14 – Infermeria donne

MANI C

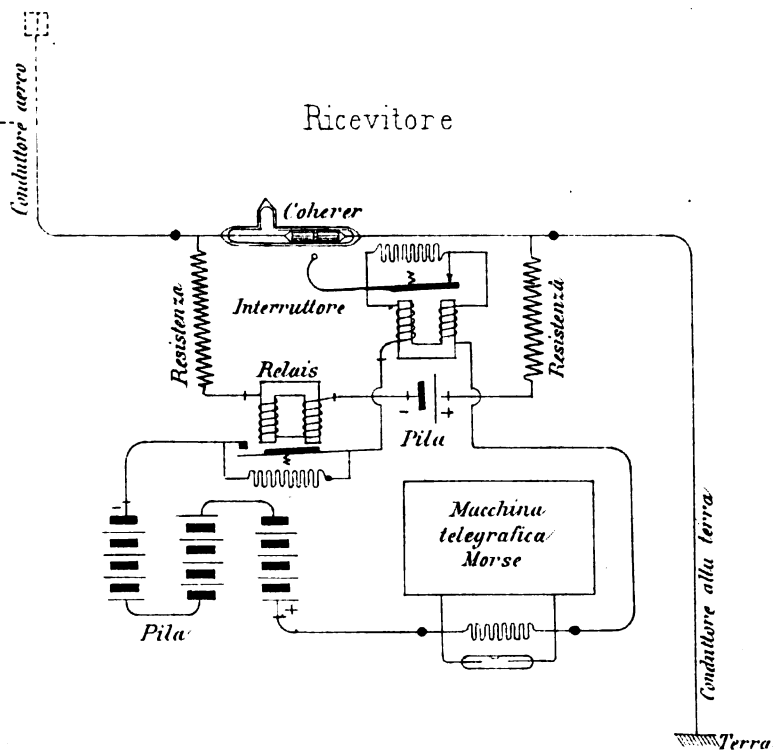
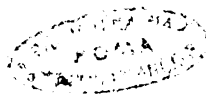
Alloggio Direttore

X

X

Infermerie

TELEGRAFI

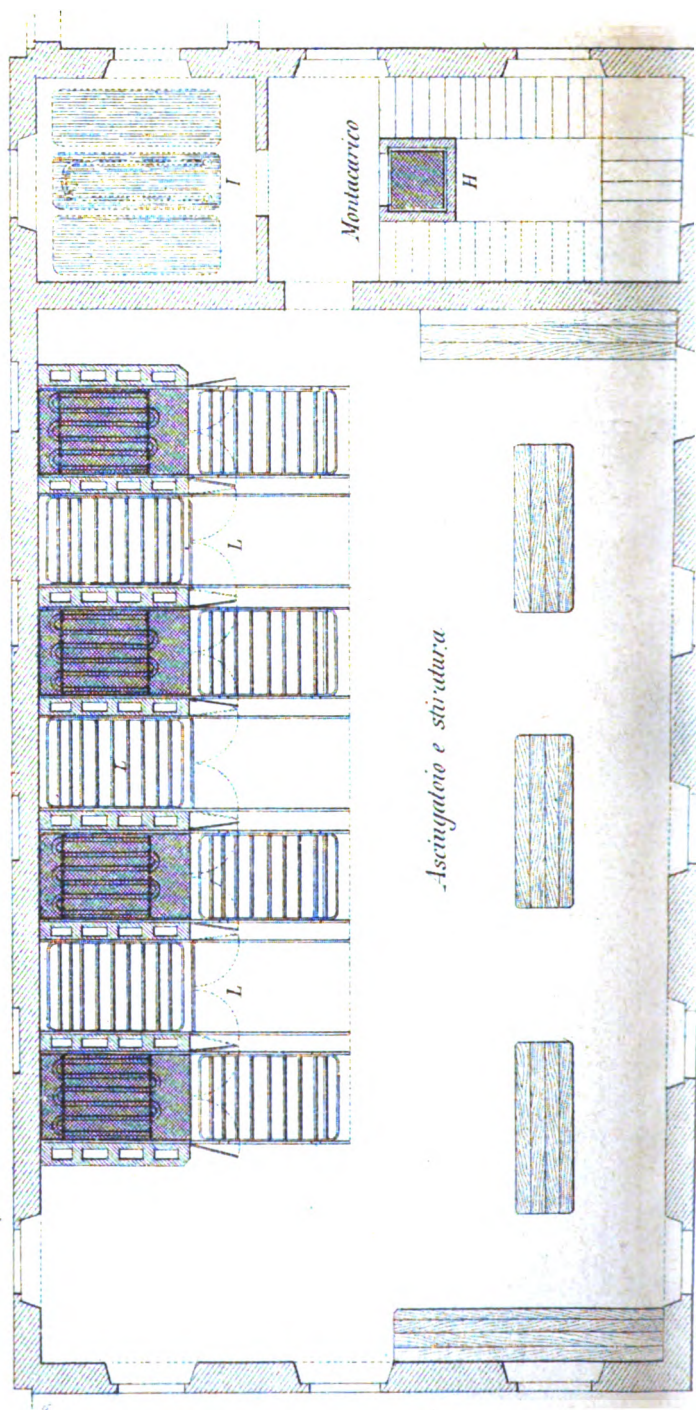
Schema genera

SENZA FILI

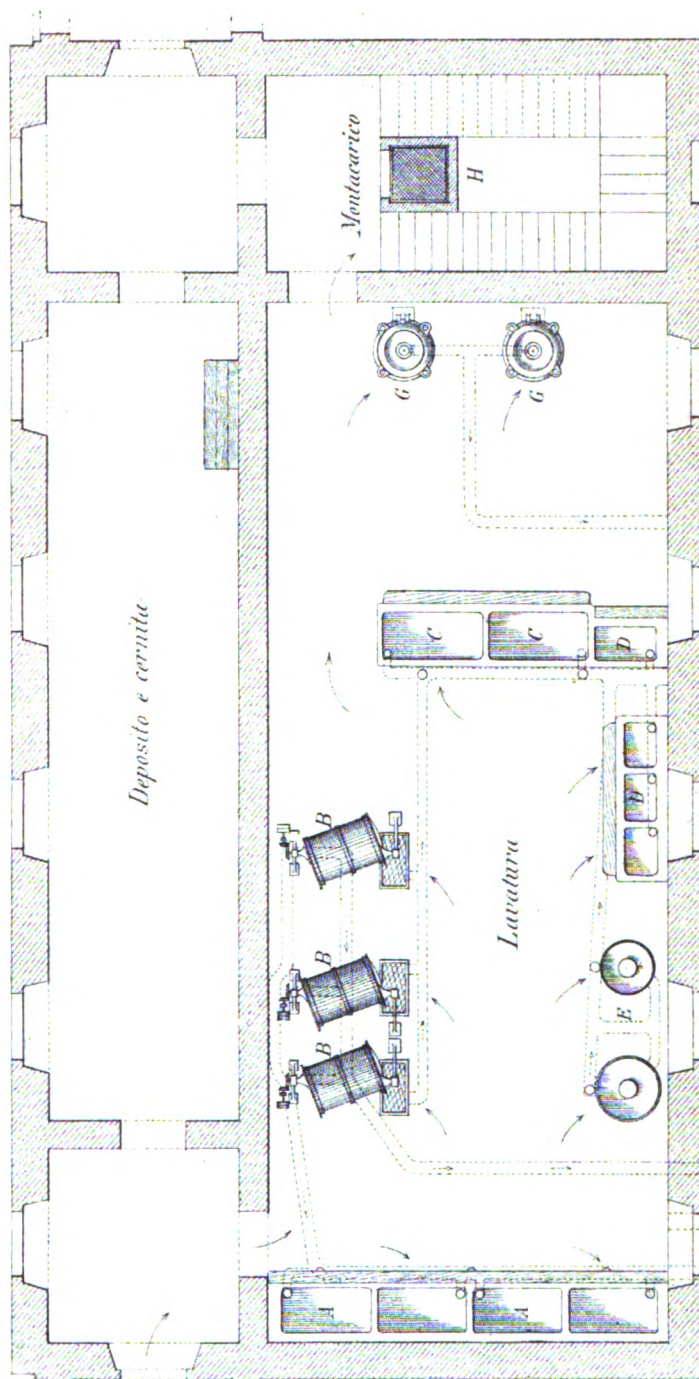
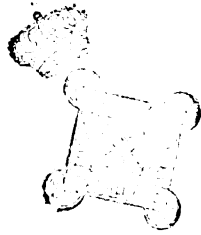
degli apparecchi

MANICOMIO PROVINCIALE DI GENOVA A QUARTO AL MARE

su progetto dell'Ing. Vincenzo Canetti

LAVANDERIA A VAPORE

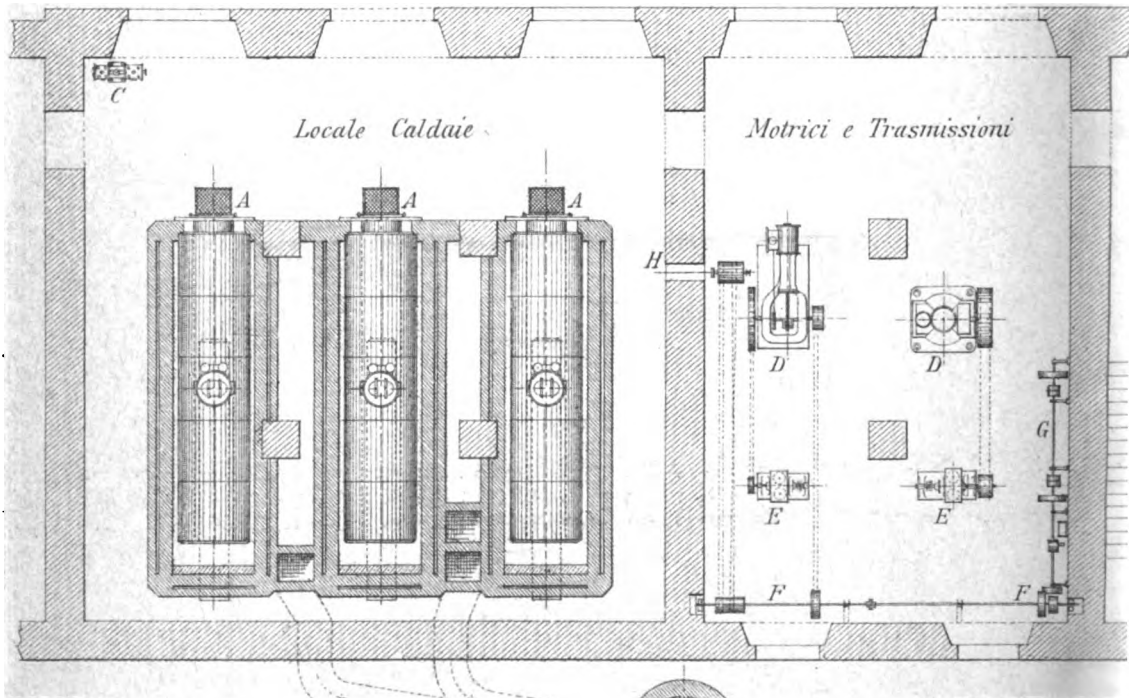
PRIMO PIANO

PIANO TERRENO

A – Bacini per inzuppare la biancheria
B – Macchine lavatrici a moto alternativo
C – Bacini per riesaminare i capi lavati
D – Bacini per ripassare le macchie
E – Lisciviatrici per la biancheria con macchie resistenti

F – Cisterna per la liscivia ancora usufruibile
G – Idroestrattori centrifughi
H – Montacarico e trasmissione
I – Serbatoio per l'acqua calda
L – Camere dell'ascugatoio con carrelli stenditoi appesi a binari sovrastanti

MANICOMIO PROVINCIALE DI G

su progetto dell'Ing

LAVANDERIA A VAPORE

SOTTERRANEO

A – *Caldaie*
B – *Camino*
C – *Pompa a vapore*
D – *Motrici*
E – *Dinamo*
F – *Albero principale di trasmissione*
G – *Contralbero per gl'idroestrattori*
H – *Contralbero per le lavatrici*

I – *Macchina lavatrice e*
L – *Bacini per lavare*
M – *Lisciviatrice*
N – *Presa d'aria per l'as*
O – *Tubi riscaldatori a ne*
P – *Camera dell'asciugato*
Q – *Carrelle stenditoie*
R – *Camino per l'aria sa*

ENOVA A QUARTO AL MARE
Vincenzo Canetti

MANICOMIO PROVINCIALE DI GENOVA A QUARTO AL MARE

su progetto dell'Ing. Vincenzo Canetti

DISPOSIZIONE GENERALE
DEGLI IMPIANTI A VAPORE PEI SERVIZI DI RISCALDAMENTO
LAVANDERIA, CUCINA E BAGNI

PIANO TERRENO

A – Caldaie a vapore, Cornovaglia pei servizi di Riscaldamento, Lavanderia, Cucina, ecc.

B – Pompa a vapore per l'alimentazione delle caldaie

C – Cisterna per l'acqua di condensazione

D – Camino di fumo delle caldaie

E – Motrice a vapore orizzontale per la lavanderia meccanica al piano superiore

F – Motrice a vapore verticale per la dinamo

G – Dinamo

H – Camere sotterranee di calore con batterie di tubi a nervatare

Tubazione del vapore

Valvola di riduzione della pressione del vapore

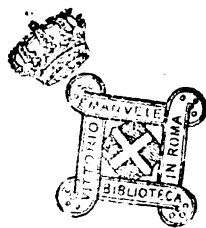
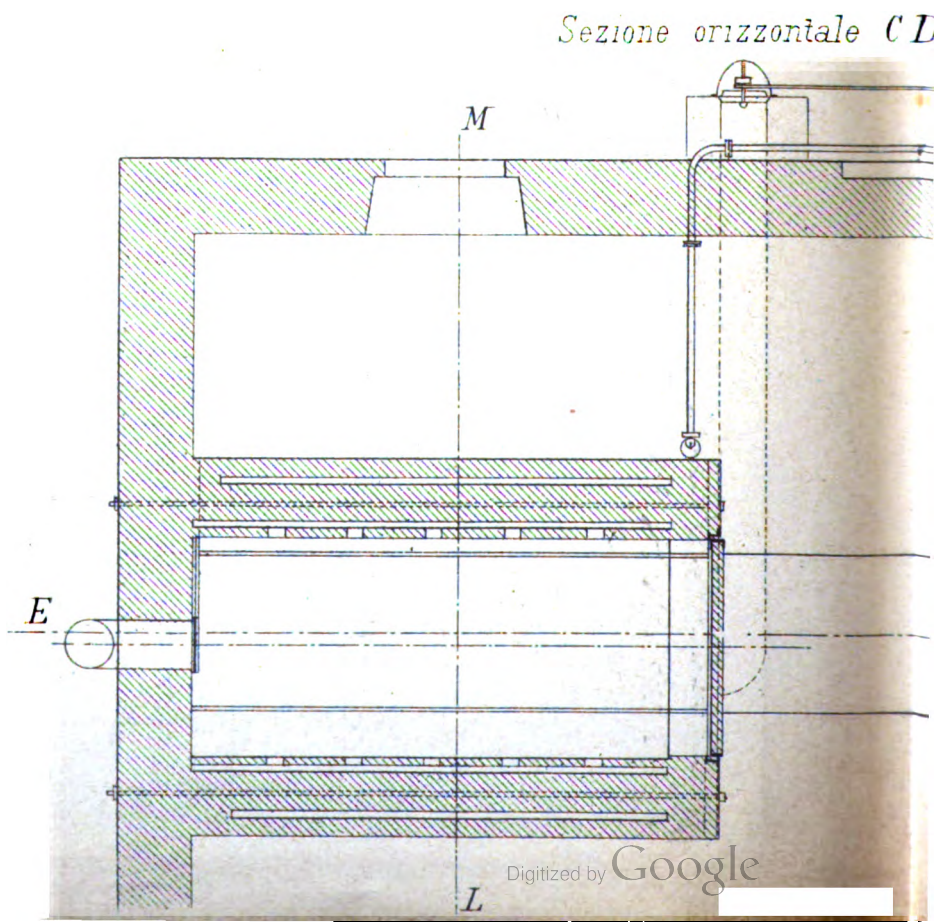
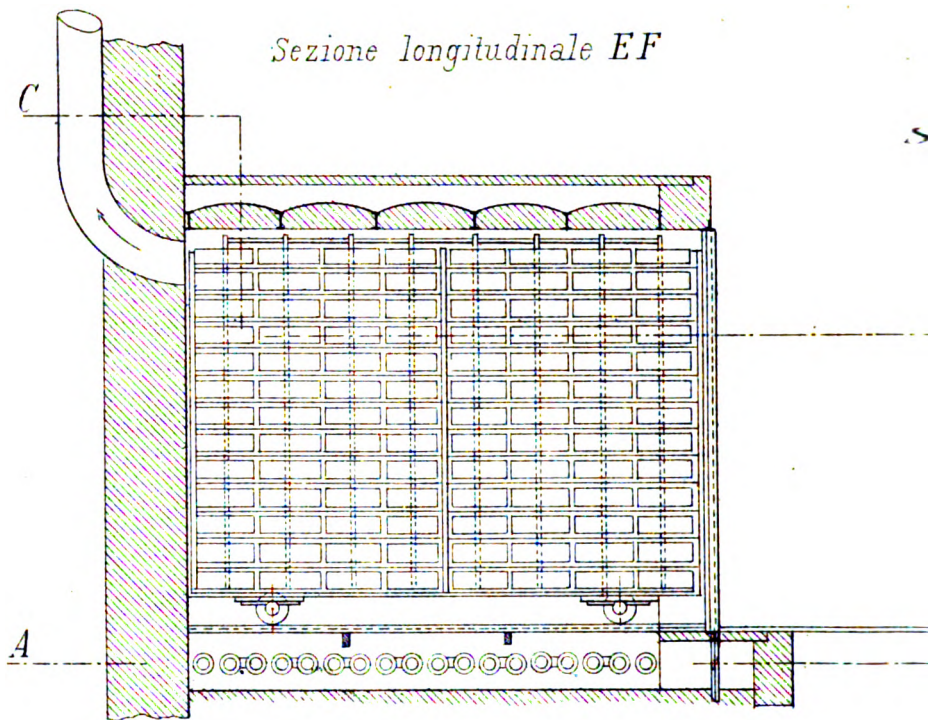
Tubazione dell'acqua di condensazione

Presa dell'aria fresca esterna destinata alla ventilazione

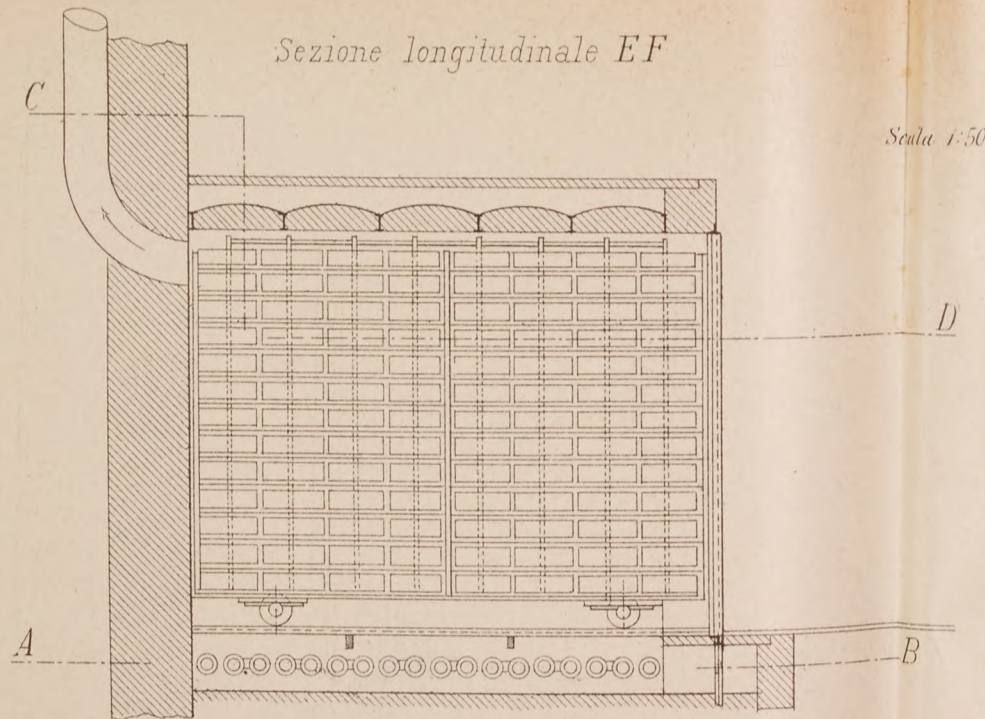
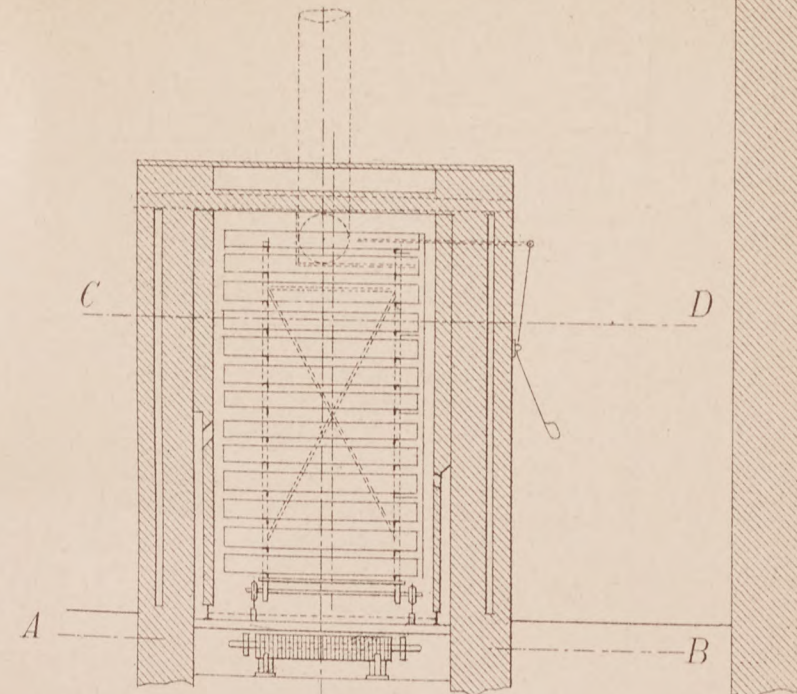
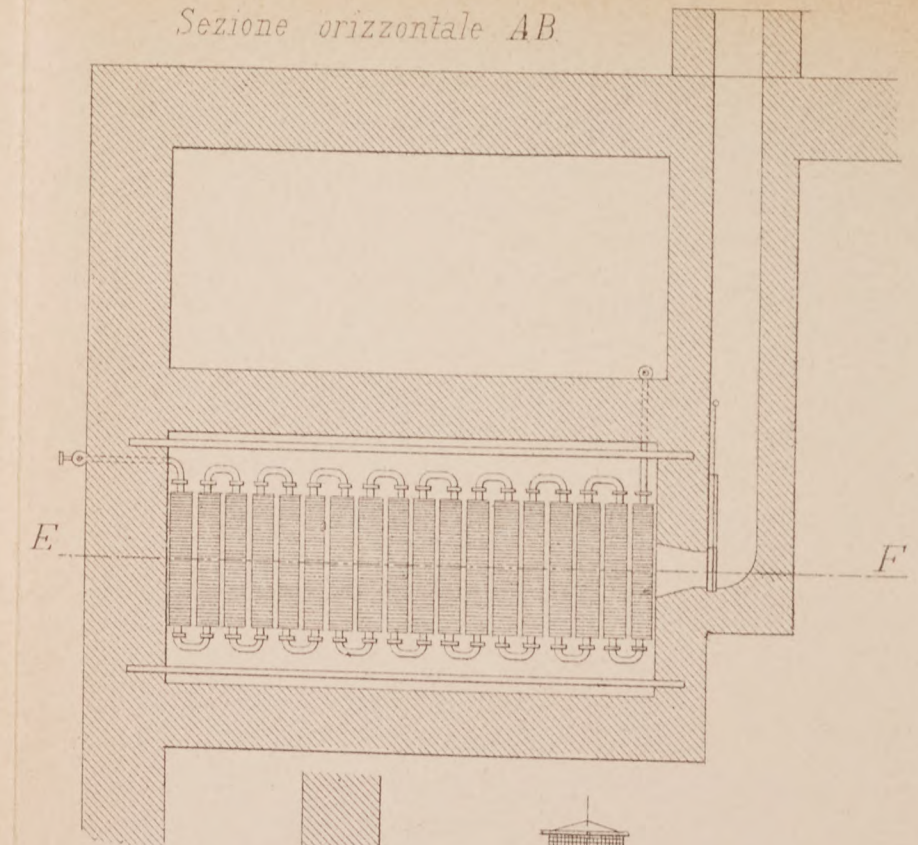
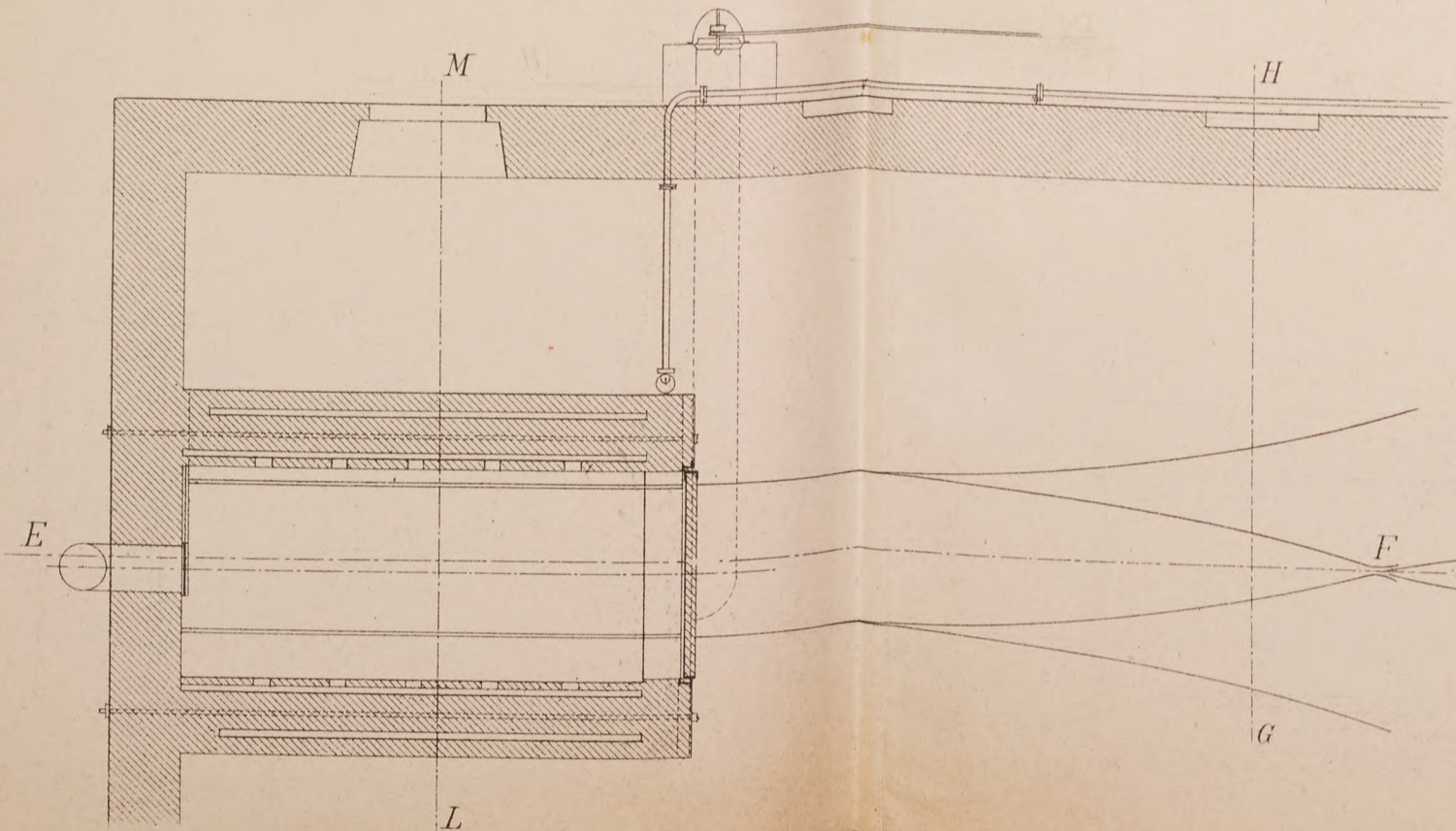
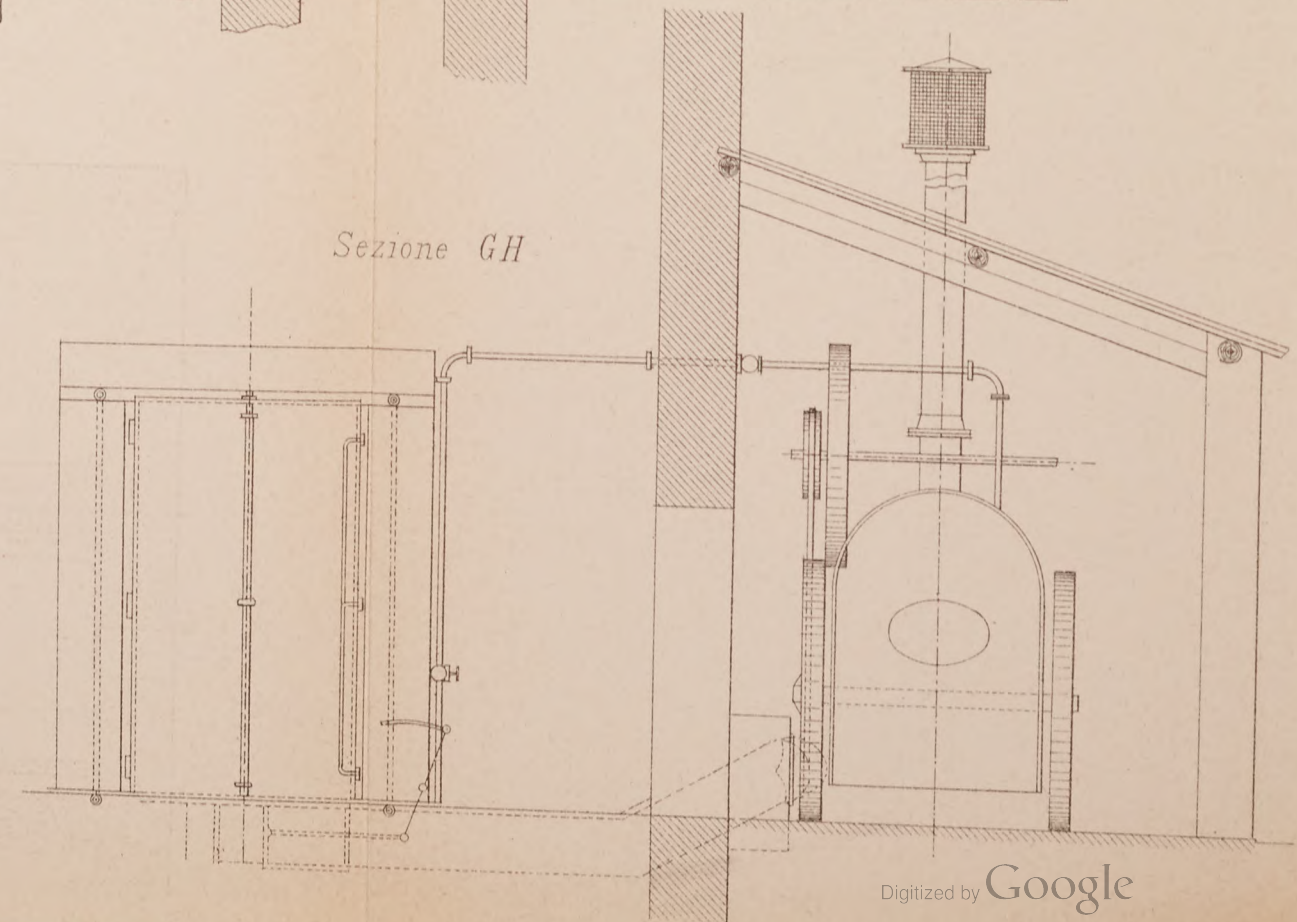
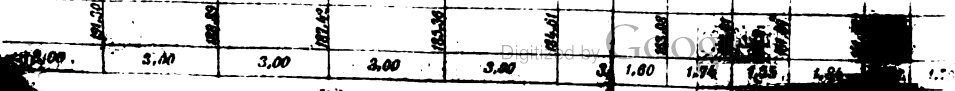
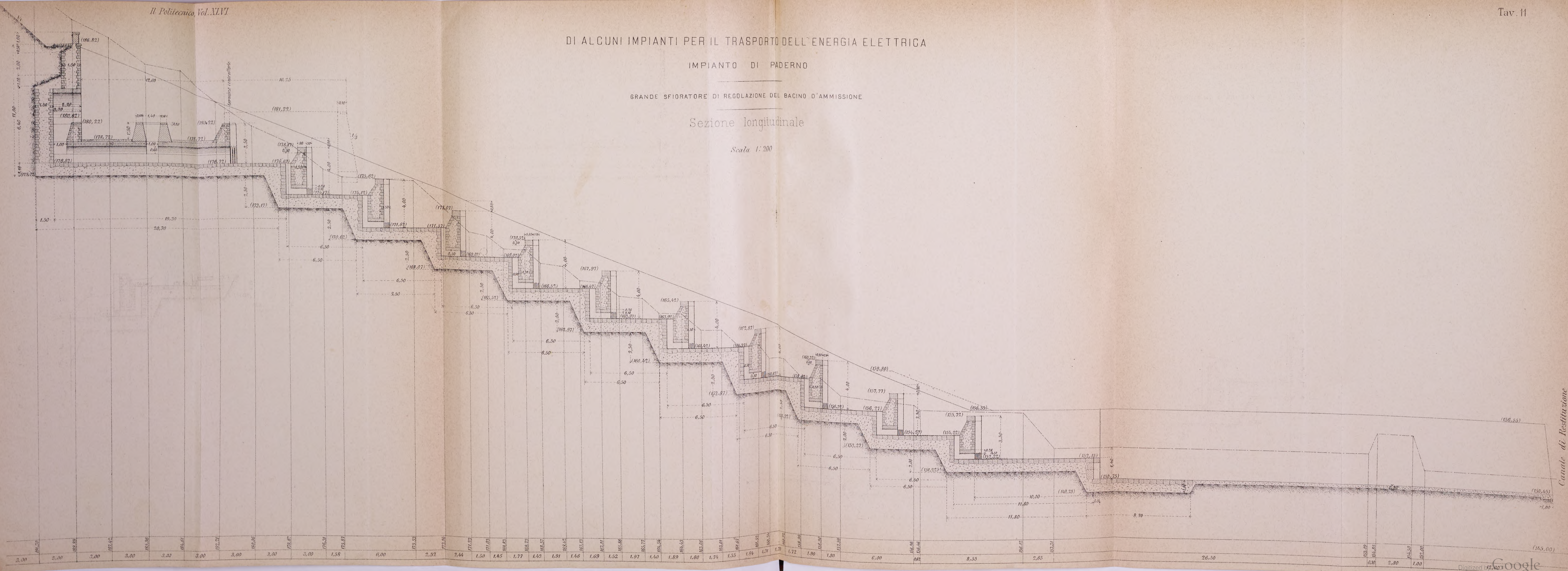
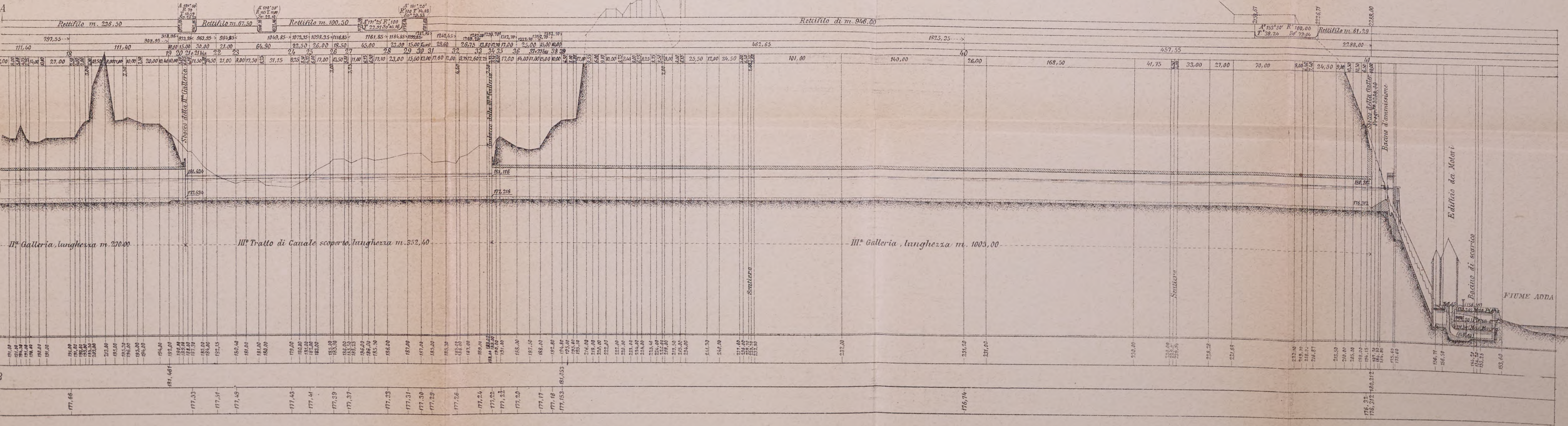
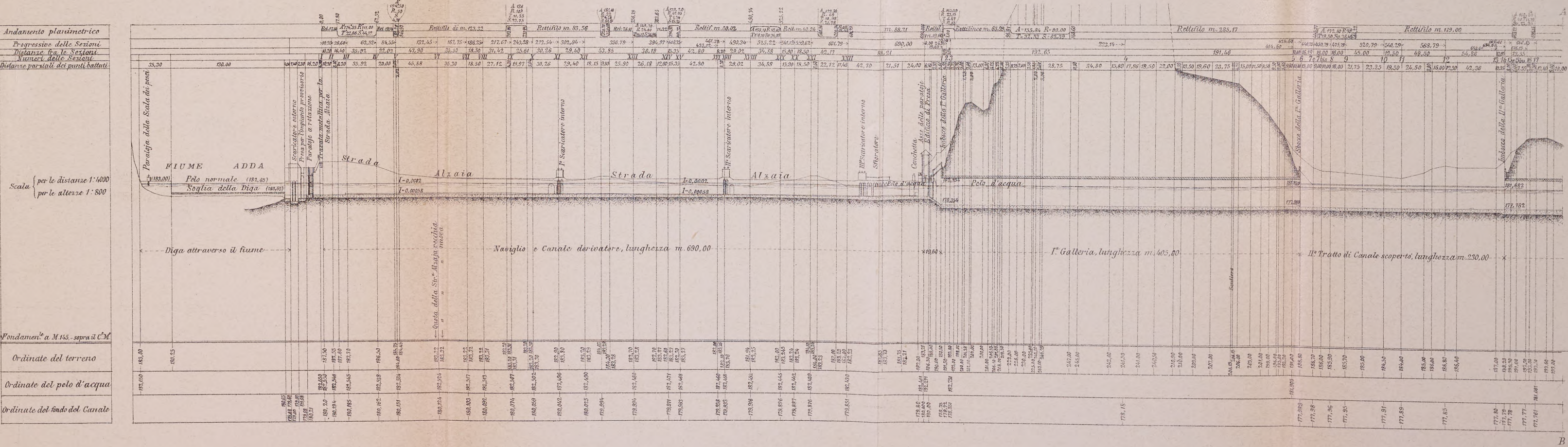
Aria calda pura

Stufa a vapore composta di elementi di ghisa a nervature

Aria di ventilazione

Sezione orizzontale C D

M

E

L

PER IL TRASPORT
IMPIANTO DI F
ATORE DI REGOLAZIONE D
Sezione longit
Scala 1:200

DI ALCUNI IMPIANTI PER IL TRASPORTO DELL'ENERGIA ELETTRICA
IMPIANTO DI PADERNO
GRANDE SFIORATORE DI REGOLAZIONE DEL BACINO D'AMMISSIONE
Sezione longitudinale
Scala 1:200
Canale di Restituzione

DI ALCUNI IMPIA

PER IL TRASPORTO DELL'ENE

IMPIANTO DI PA

Pianta generale degl

Scala 1:800

Nuova strada
Strada
Filtri
Canale d'ammissione
III Galleria
Galleria secondaria
Galleria secondaria
186,82
176,32
Bacino d'ammissione
pelo d'acqua 180,22
181,22
176,22
178,72
Sfioratore
181,22
183,02
Condotta pei Regolatori autom.
Edificio dei motori e delle dinamo
Condotta di scolo
Condotta di scolo
Fondo 149,60
Pelo d'acqua Mass.a magra 151,40 Piena or.d.a 153,30 Mas.a Piena 155,30
Bacino di scarico
Fondo 150,40
156,55
Fondo 150,75
150,45
156,65
Restituzione pel Canale navigabile di Paderno
alzaja
155,30
FIUME ADDA

Apre con 425 giri
Sezione ABCD
Pelo normale
Edificio di presa
Scaricatore
Scarico di fondo
Pianta ad opera finita
Pianta alla quota (179,50)

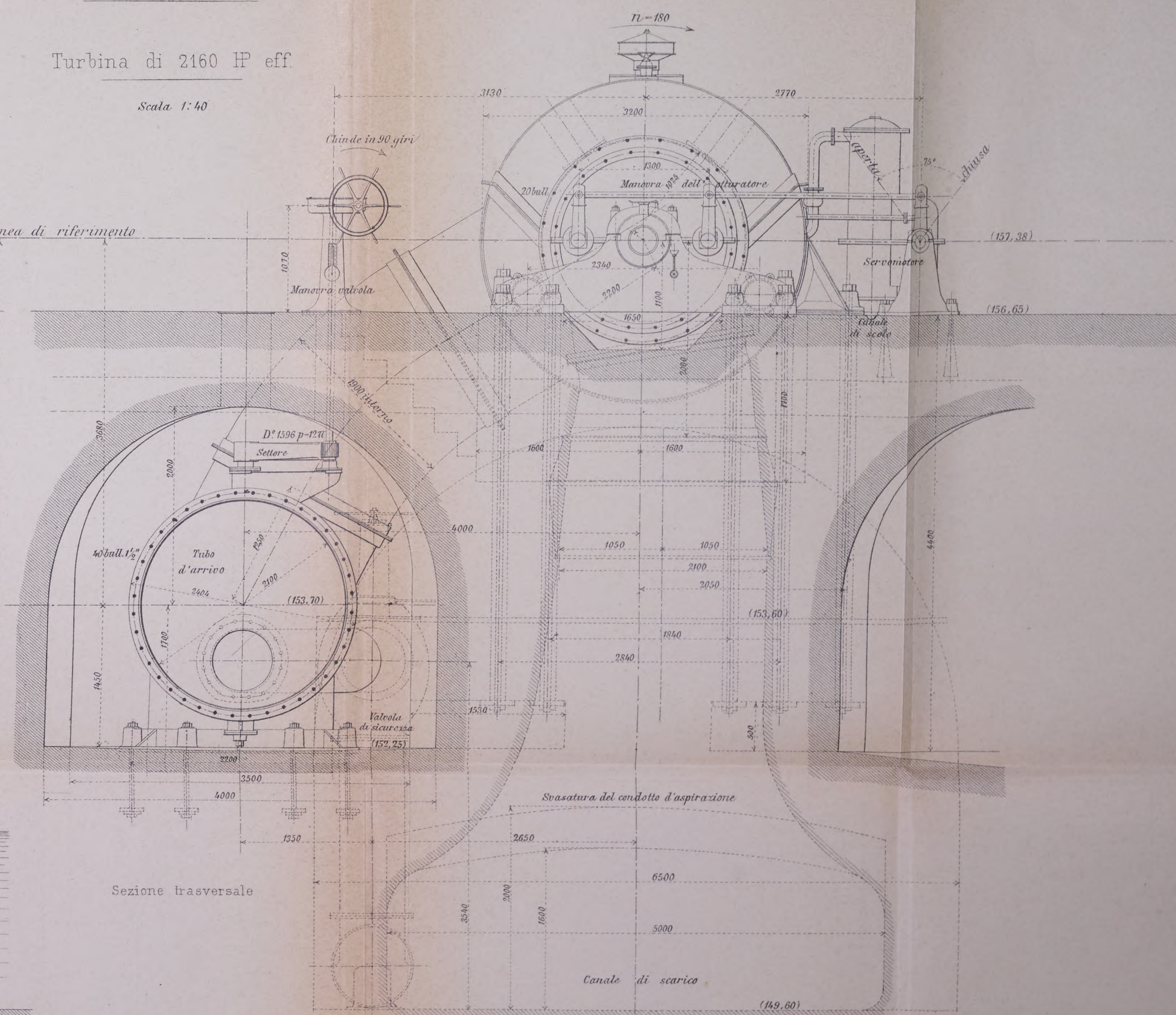
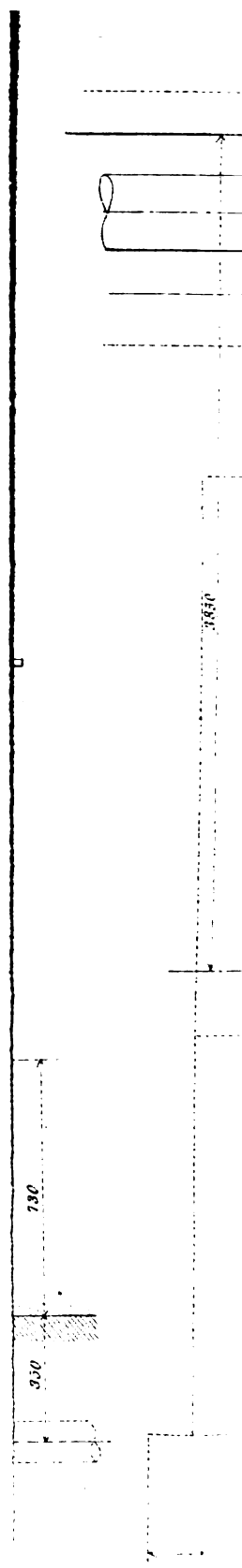
DI ALCUNI IMPIANTI PER IL TRASPORTO DELL' ENERGIA ELETTRICA

IMPIANTO DI PADERNO

DI ALCUNI IMPIANTI PER IL TRASPORTO DELL'ENERGIA ELETTRICA

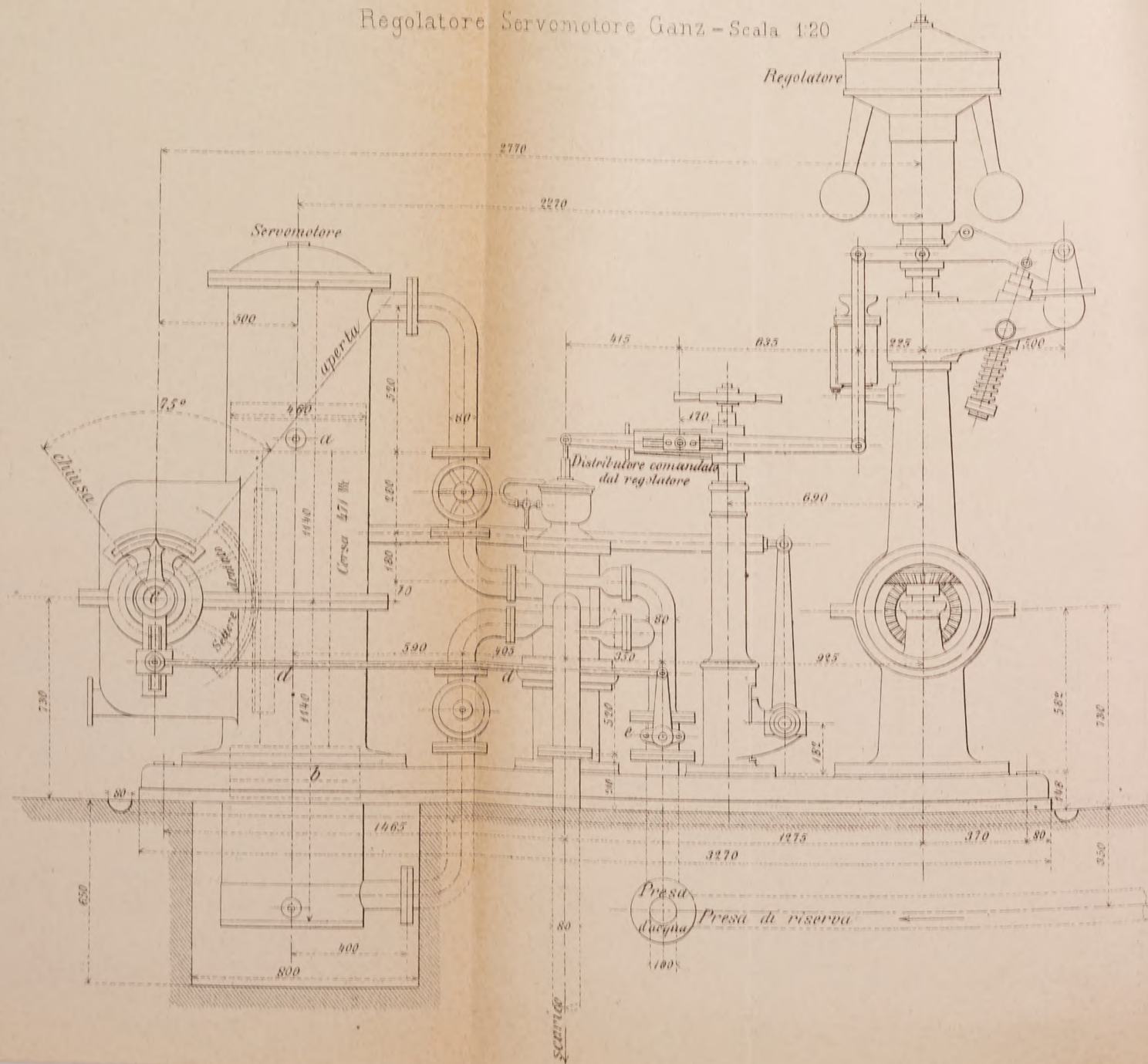
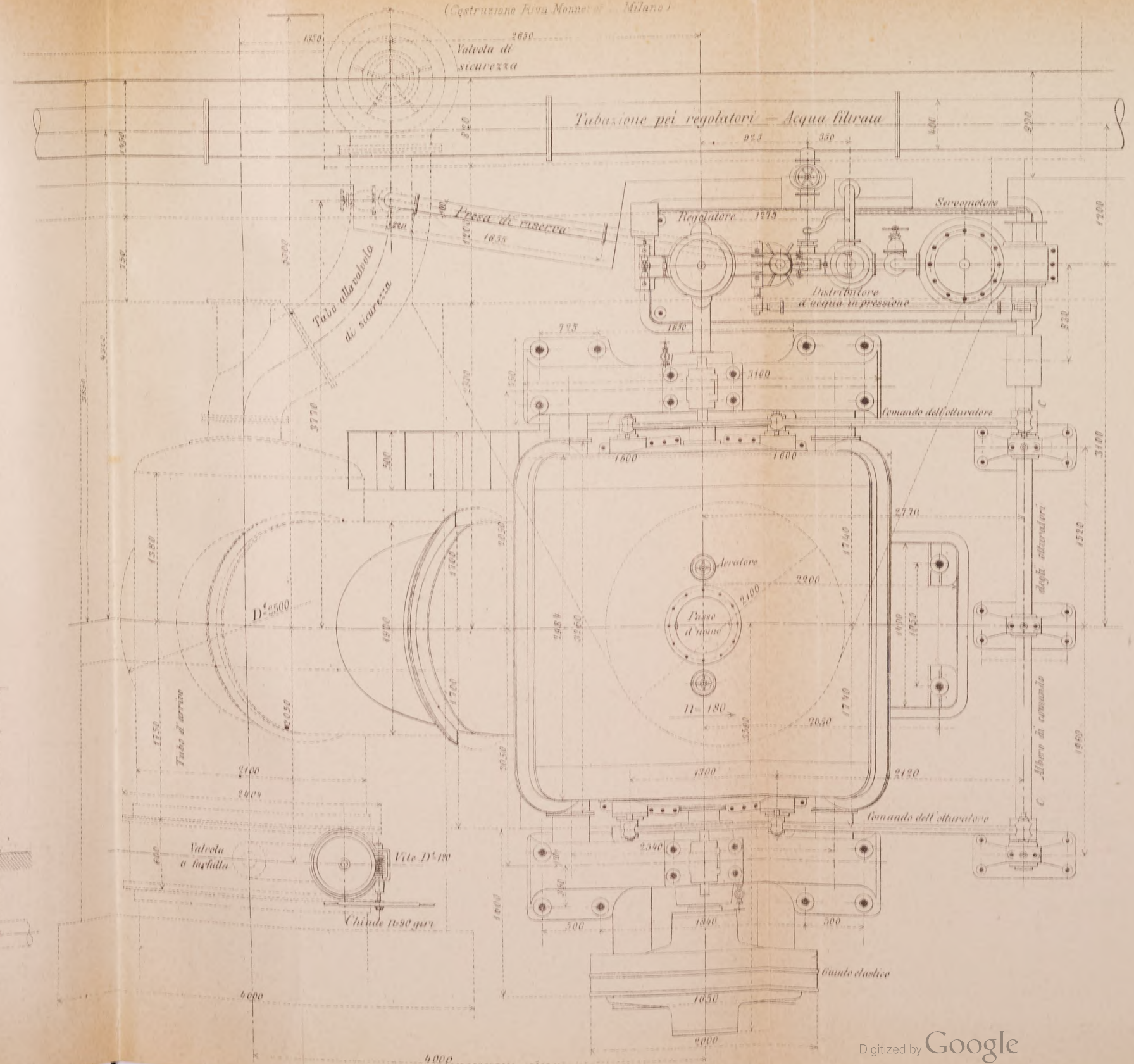
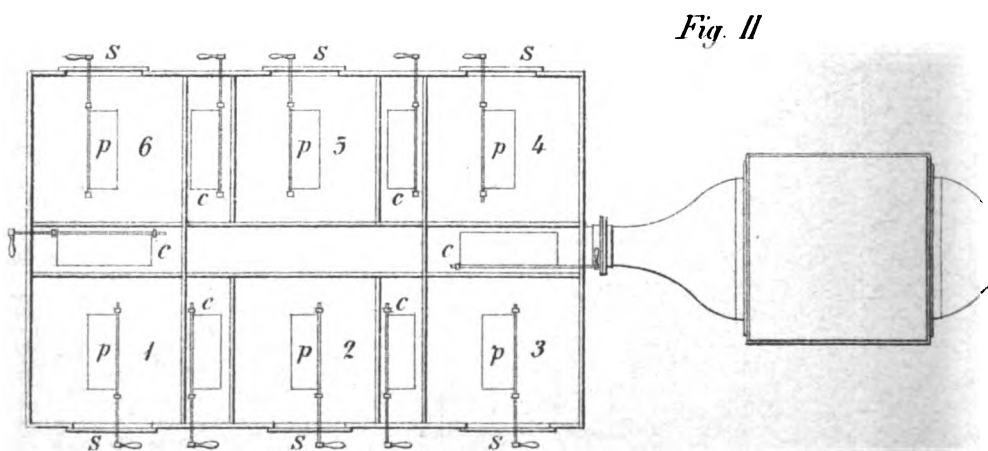
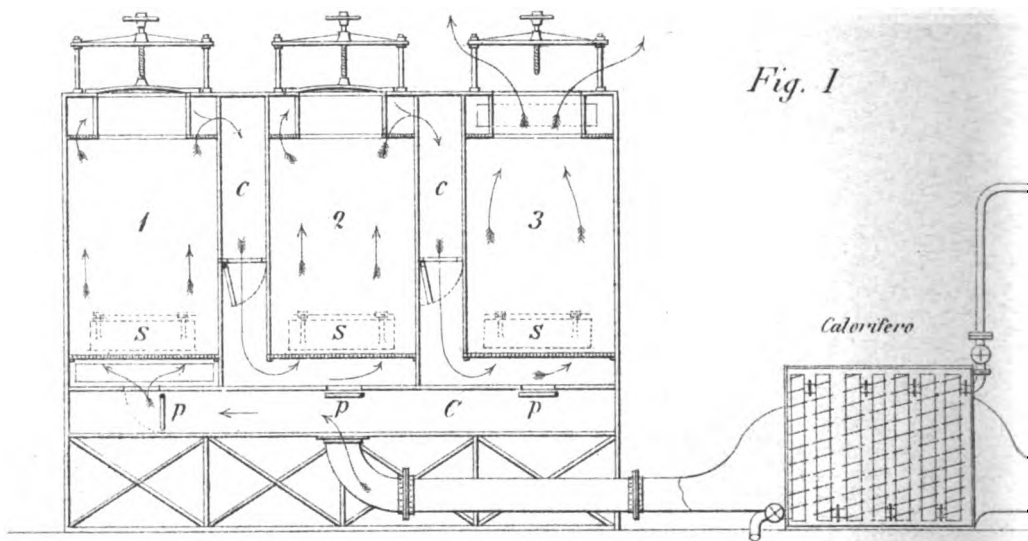
IMPIANTO DI PADERNO

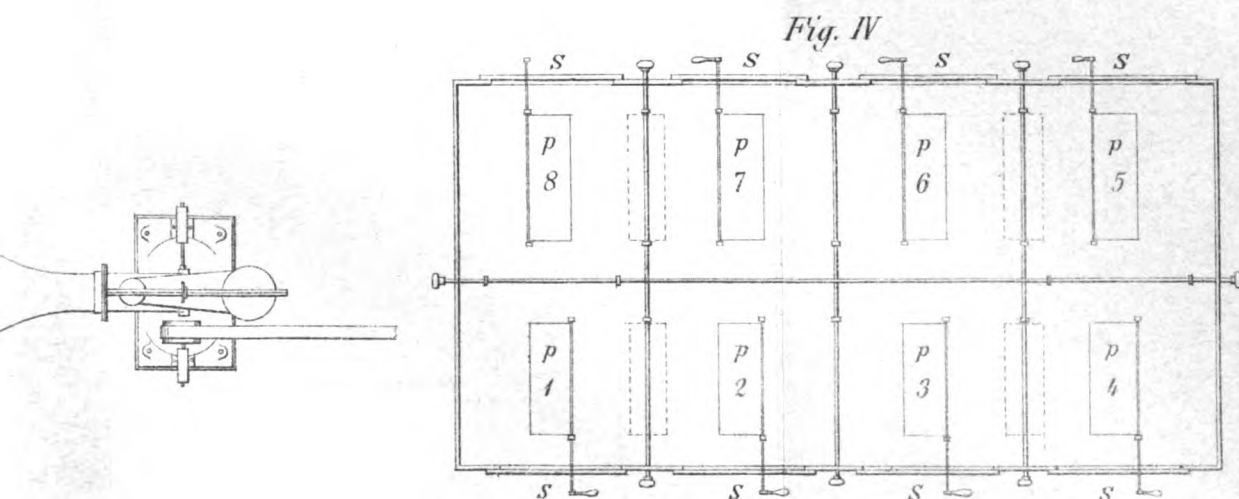
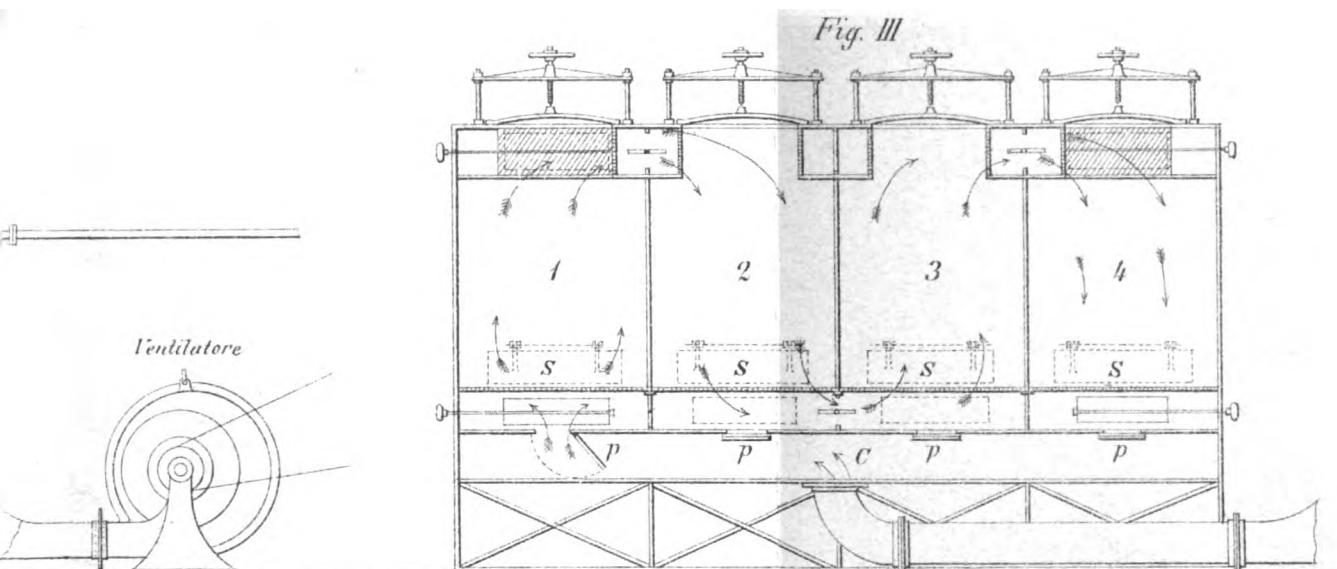
Turbina di 2160 HP eff.

Scala 1:40

Sezione longitudinale

Sezione trasversale

3850
730
330

Bianchi e Dubini

STUFA ESSICATOIO PER BOZZOLI DI SETA

Schizzo di disposizione

E NELLA PROVIN

-Profilo *AB*

130 m

prima

dello

Fig 5

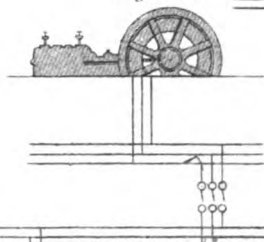
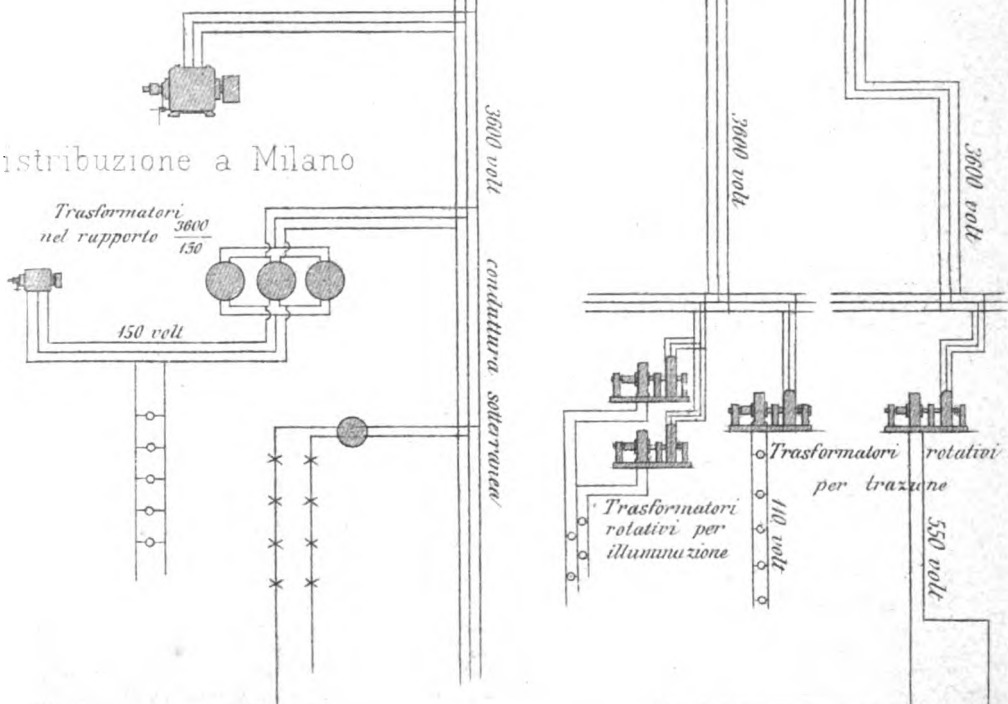
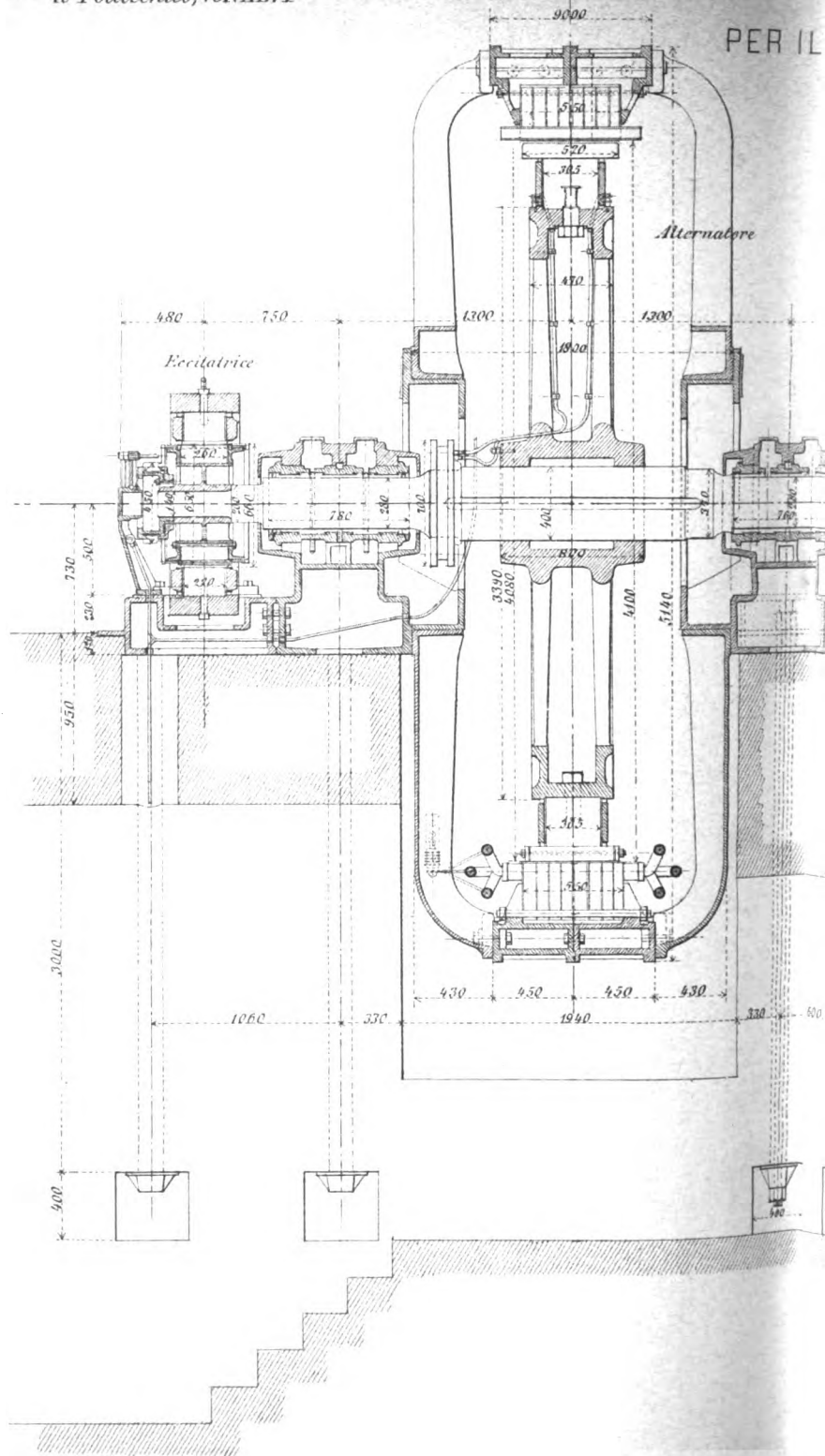
prima

perduto

Polder Z

A

Fig. 1
Limite della bassa marea prima dello scoscendimento
Scoscendimento del 7/12 1883
Linea della bassa marea nel 1883
prima dello scoscendimento del 1883
dopo lo " " "
Fig. 2 - Profilo AB
Golena
20 m
130 m
40 m
Stato prima dello scoscendimento
Terreno perduto
Insabbiamento
Fig. 3
Golena
Stato prima dello sprofondamento
50 m
310 m
Terreno perduto
Insabbiamento
Fig. 4
Golena
Stato prima dello sprofondamento
125 m
60 m
365 m
Terreno perduto
Insabbiamento
Fig. 5
Golena
Stato prima dello sprofondamento
27 m
185 m
Terreno perduto
Insabbiamento
Fig. 6
Limite bassa marea
febbrajo
Sprofondamento 1/8 1881
agosto
Stato nel 1881 prima dello sprofondamento
dopo lo "
Fig. 7
N.
Corrente
Linea della bassa marea
Linea della b. marea
Polder U
Polder V
Polder W
Polder X
Polder Y
Polder Z
Fig. 8 - Prospetto dall'alto
Fig. 9 - Sezione AB
Golena
Scarpata dell'argine
Fig. 10 - Sezione CD
Fig. 11
Fig. 12
Fig. 13
Fig. 14
Fig. 15
Fig. 16 - Prospetto superiore
2 m
Fig. 17 - Disposizione dei pali nella palificata
2 m
Fig. 18 - Sezione trasversale
1 : 20
1 : 6
Fig. 19 - Prospetto anteriore
Fig. 20 - Prospetto dall'alto
Scale
per le fig. 1 e 6 da 1 : 8333 1/3
" " 2, 3, 5 da 1 : 1500
per la fig. 4 da 1 : 2500
" " 7 da 1 : 120000

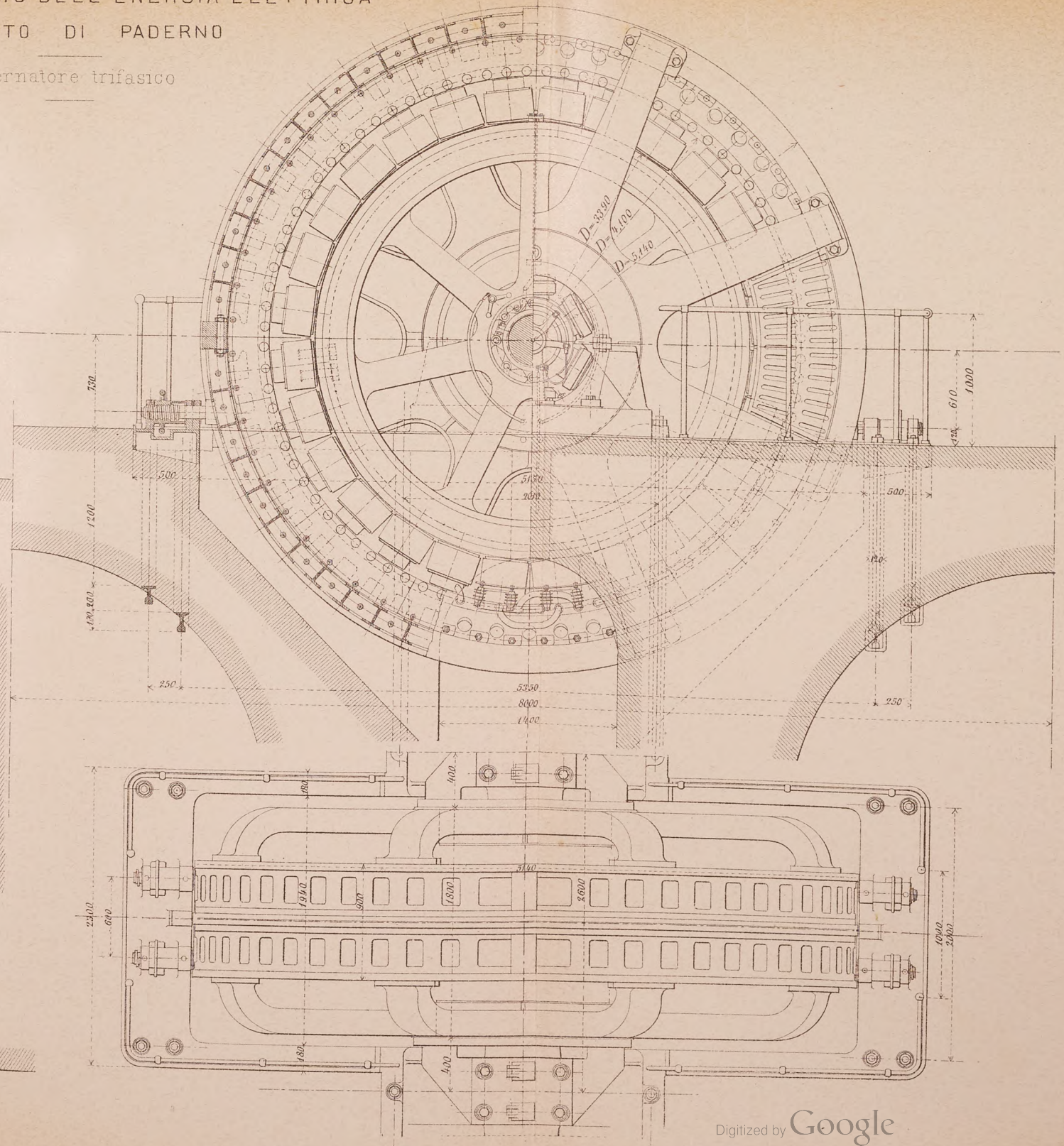
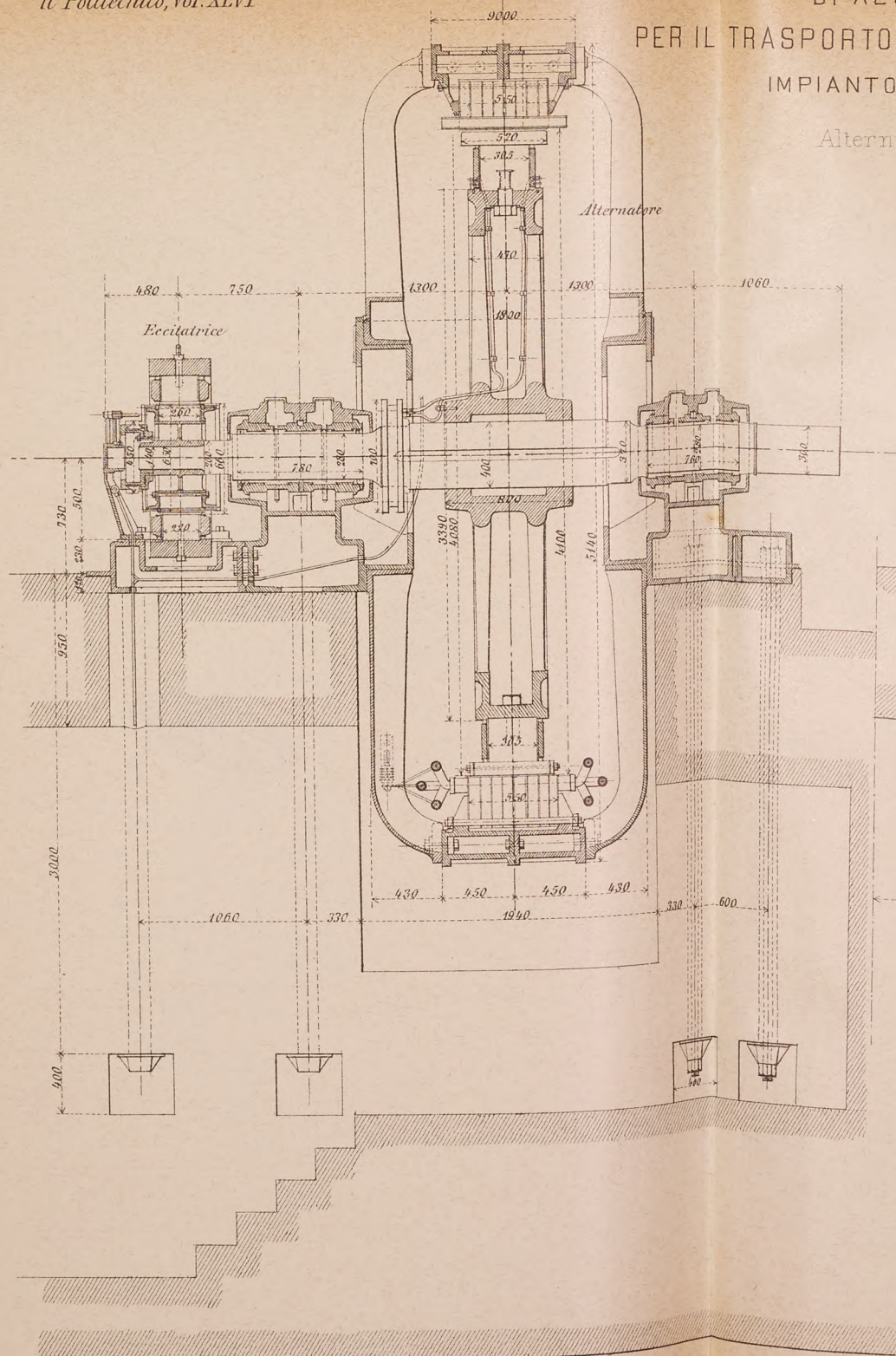
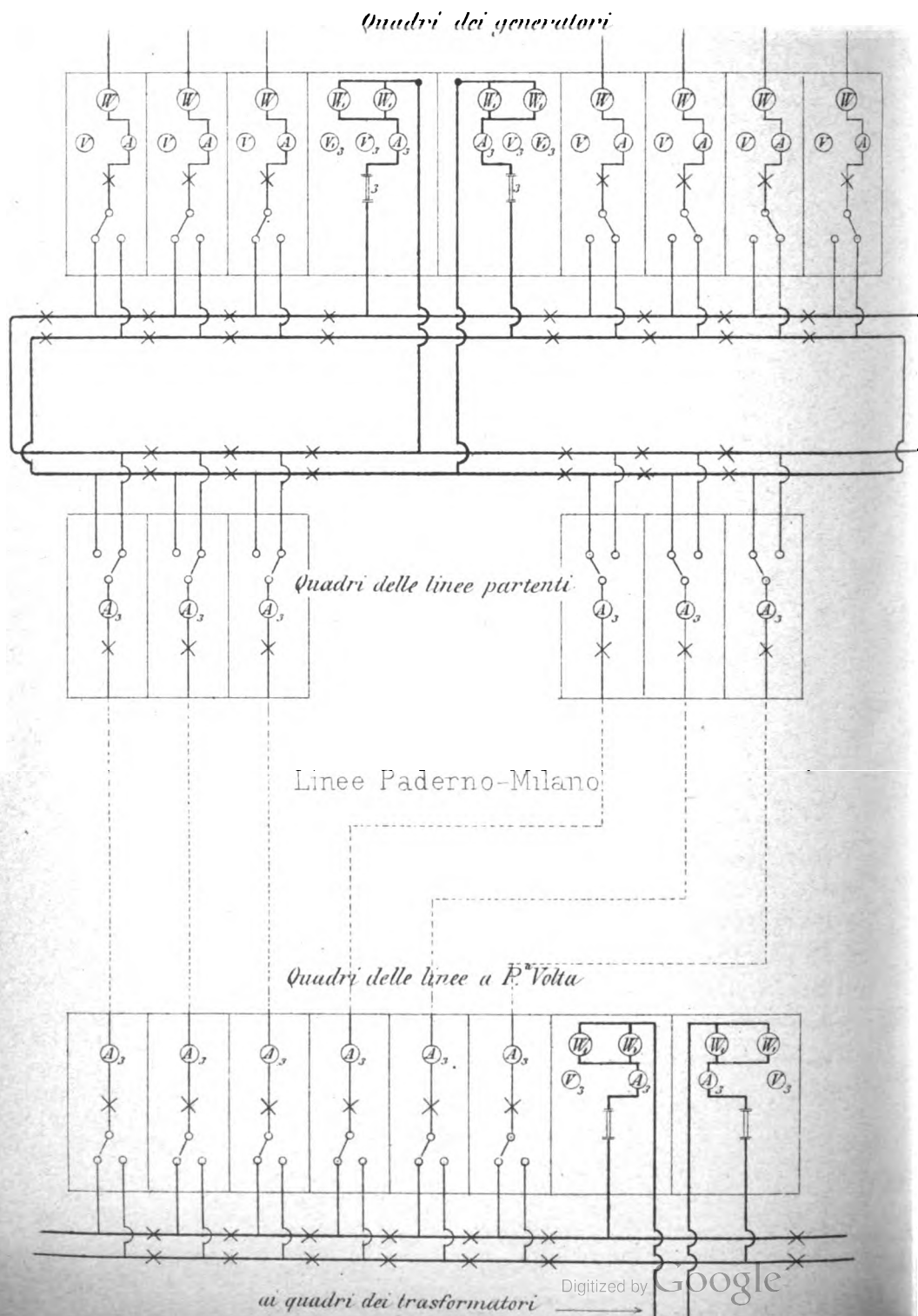
Di alcuni impianti
per il trasporto dell'energia elettrica
Impianto di Paderno
Alternatore trifasico a 13500 volt
Turbina da 2160 HP
N. 7 gruppi
PADERNO
Sbarre collettrici a 13500 volt
Linea Km. 32
Stazione di P. Volta
Generatrice trifasica a vapore da 1000 HP a 3600 volt 5 gruppi
Sbarre collettrici a 12000 volt
Trasformatori monofasici da 12000 volt
Linea
lunghezza 32 Km.
N. fili 18
Diam. fili 9 m/m
Sostegni metallici distanti 60 m.
Distribuzione a Milano
Trasformatori nel rapporto 3600/150
150 volt
3600 volt
conduttura sotterranea
3600 volt
3600 volt
Trasformatori rotativi per illuminazione
Trasformatori rotativi per trazione
110 volt
550 volt

PER IL
Alternatore
Eccitatrice
9000
1300
1300
480
750
1060
330
1940
430
450
450
430
3000
950
400

DI ALCUNI IMPIANTI PER IL TRASPORTO DELL'ENERGIA ELETTRICA

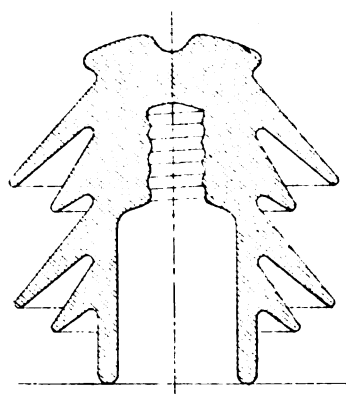
IMPIANTO DI PADERNO

Alternatore trifasico

DI ALCUNI IMPIANTI PER IL TRAS

IMPIANTO

Schema dei quadri della trasmissione elettrica Paderno-Milano

;PORTO DELL'ENERGIA ELETTRICA

DI PADERNO

Pali per la linea

1/4 del vero

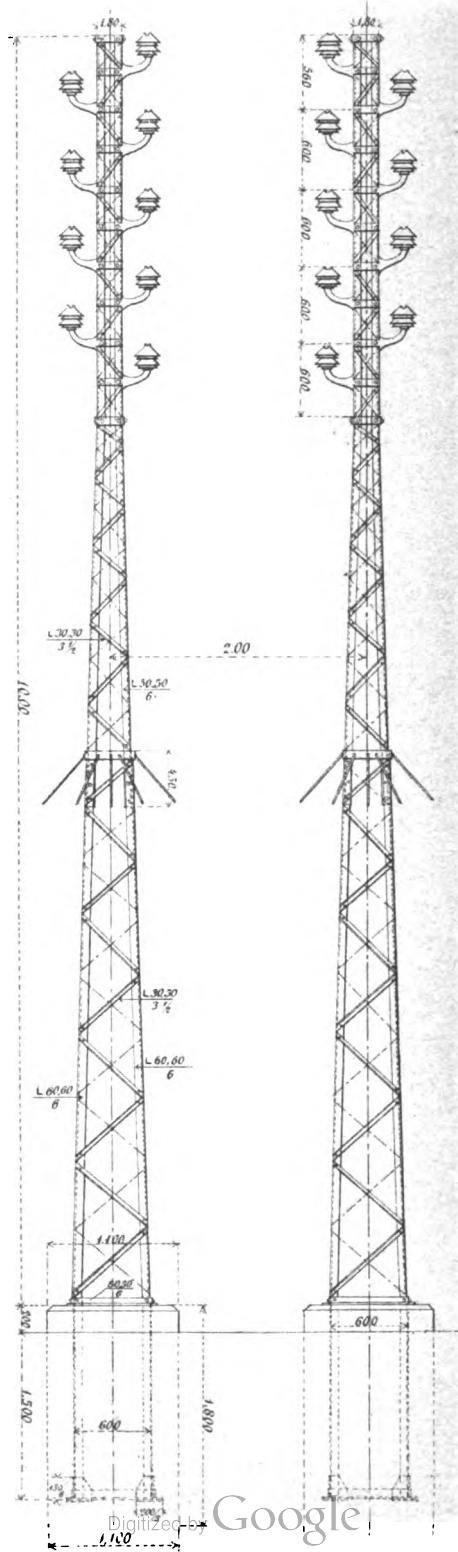
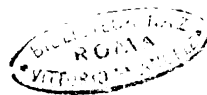
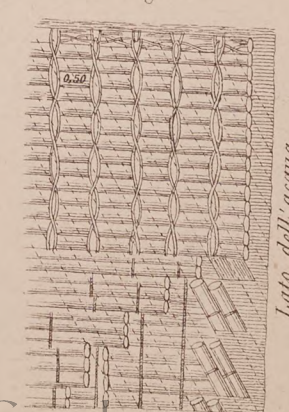
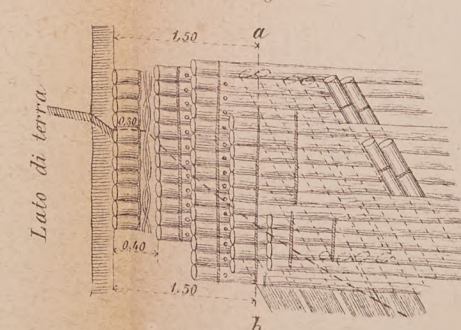
- Ⓐ *Ampermetri a dilatazione*
- Ⓥ *Volmetri*
- Ⓥ *Volmetri elettrostatici*
- Ⓦ *Wattmetri*
- Ⓦ *Wattmetri contatori*
- × *Interruttori 3 polari*
- *Deviatori e piombi fusibili*
- *Interruttori*

E NELLA PROV

Fig. 28

LE ACQUE NELLA PROVINCIA ZELAND (Paesi Bassi)
Fig. 21
Alta marea inalzata da fortunale
A.m. ordinaria +1,90
Bassa marea ordinaria -1,90
Fig. 22
Alta marea inalzata da fortunale
A.m. ordinaria +1,90
Bassa marea ordinaria -1,90
Fig. 23
Alta marea inalzata da fortunale
Alta marea ordinaria +1,37
Bassa marea ordinaria -1,53
Fig. 24
Alta marea inalzata da fortunale
Alta marea ordinaria +1,90
Bassa marea ordinaria -1,90
Fig. 25
Alta marea inalzata da fortunale
A.m. ordinaria +2,50
Bassa marea ordinaria -1,81
Fig. 26
Alta marea inalzata da fortunale
A.m. ordinaria +1,91
Bassa marea ordinaria -1,81
Fig. 27
Fig. 28
Bassa marea ordinaria
Fig. 30
Bassa marea ordinaria
provvisoria
Difesa
Limite dello sprofondamento
Fig. 29
Bassa marea ordinaria
Fig. 31
Bassa marea ordinaria
Ripa del 1801
Ripa prima dello sprofondamento
Limite dello sprofondamento
Fig. 32
Fig. 33
Fig. 34
Alta marea
Bassa marea
Fig. 35 - Sezione attraverso un fodero
Battello contenente la zavorra
Pelo dell'acqua
Fig. 36
Lato di terra
Fig. 37
Lato dell'acqua
Scale
per le fig. 21 - 27 da 1: 333 1/3
" " 28 e 29 da 1: 500
" " 30 e 31 da 1: 300
" " 32 e 33 da 1: 100
per la fig. 34 da 1: 166 2/3

ACQUEDOTTO
C. Minetti
R. Baracca
Bric del Porco
Bacino Pian del Rosto
C. Gallazzo
Acquabianca
C. Gherfoglio
R. Rosto
Olba
Piampaludo
Vara Supre
Orba
Lorenzina
Nord
Ovest
Est
Sud

ACQUEDO

610
600
590
580
570
590
580
590
610
600
580
570
580
590
600
Pendenza del fondo
Rostiolo

ACQUEDOTTO

PARTICOLARI COS

Fig. 2

Ing. O. Jacoangeli — ALLINEATORI E SQUADRI A SPECCHI

Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

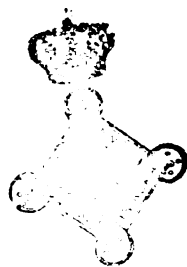
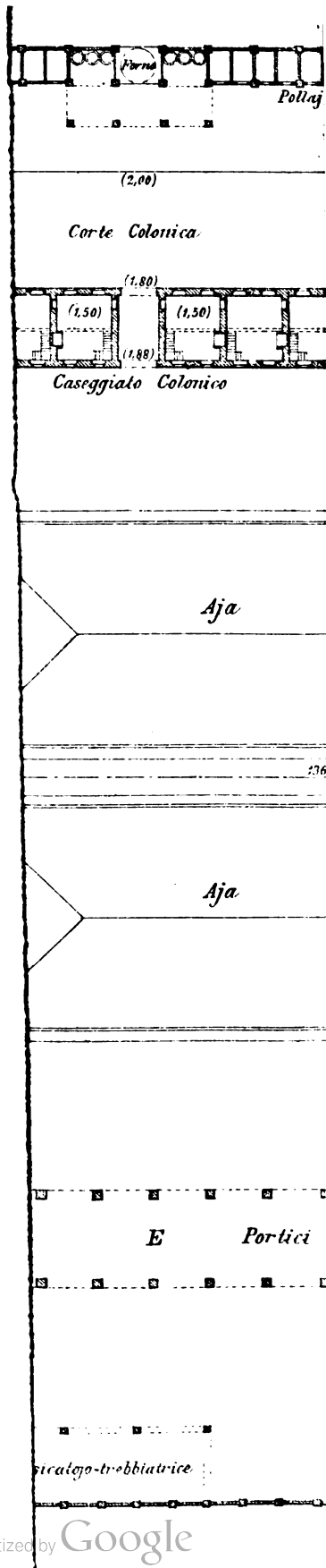
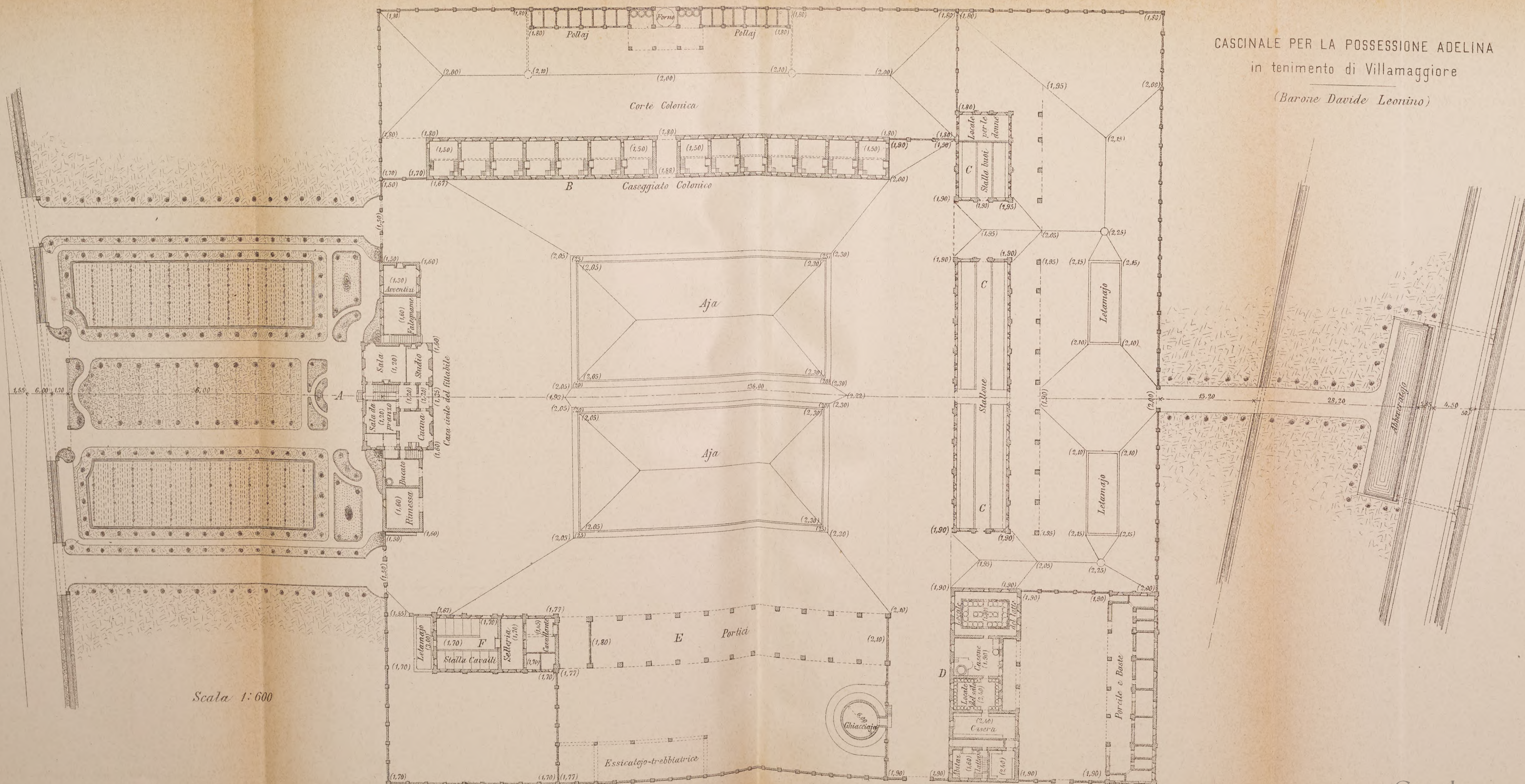
Fig. 4

Fig. 5

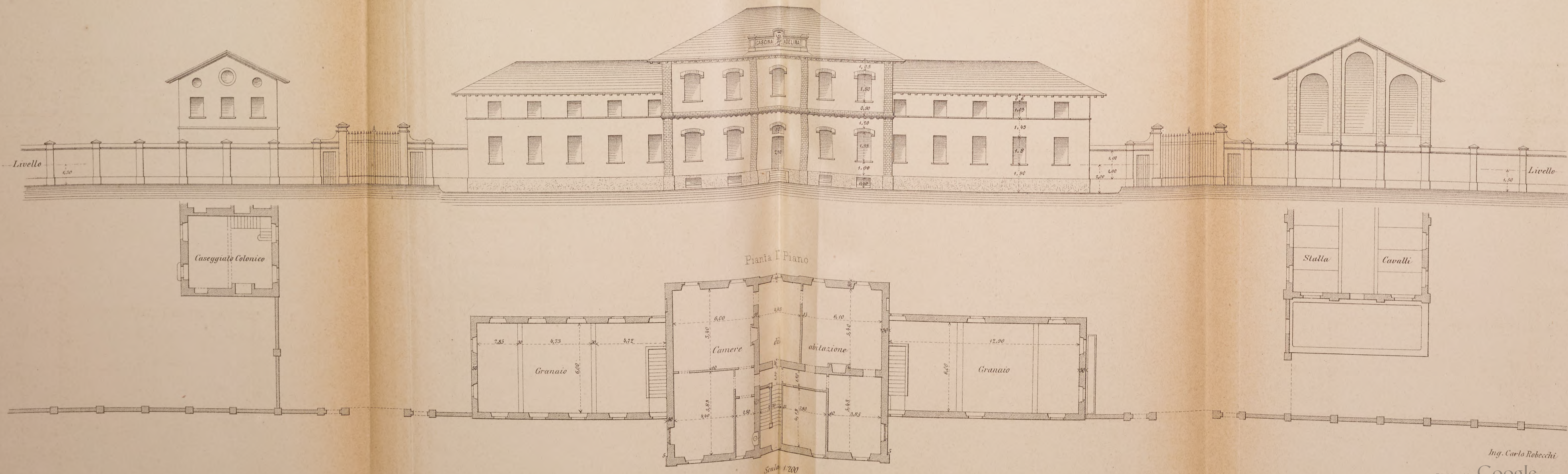
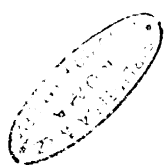
Fig. 3
H
n
O
Aria per la messa in moto
Aria
Scarico
D
V
C
2
3
M
F
E
S
Olio
P
B
W
N
N1
N2
A
Petrolio
a
k
b
g
d
f
Atmosfere assolute
70
60
50
40
30
20
10
0
3
3'
3''
L
h

IL MOTORE RAZIONALE TERMICO DI DIESEL

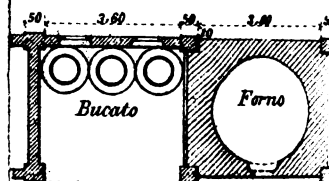
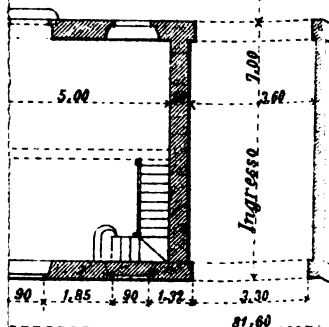
UNA NUOVA ACCIAIERIA SIEMENS MARTIN IN AMERICA

a — Forni
b — Camini
c — Disposizione per la carica dei forni
i — Piattaforma per la colata

Forno
Pollaj
(2,00)
Corte Colonica
(1,80)
(1,50)
(1,50)
(1,88)
Caseggiato Colonico
Aja
Aja
E
Portici
icatojo-trebbiatrice

CASCINALE PER LA POSSESSIONE ADELINA in tenimento di Villamaggiore

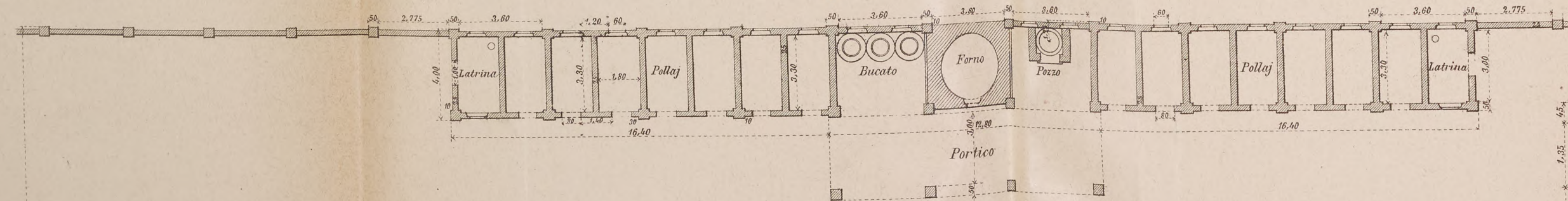
(Barone Davide Leonino)

POSSESSIONE ADELINA

(*Barone Davide L*

Caseggiato Col

CASCINALE PER LA POSSESSIONE ADELINA in tenimento di Villamaggiore

(Barone Davide Leonino)

Ing. Carlo Robecchi

CASCINALE PER LA POSSESSIONE

(Barone

Sezione dello s

Sezione trasversal

CASCINALE PER LA POSSESSIONE ADELINA in tenimento di Villamaggiore

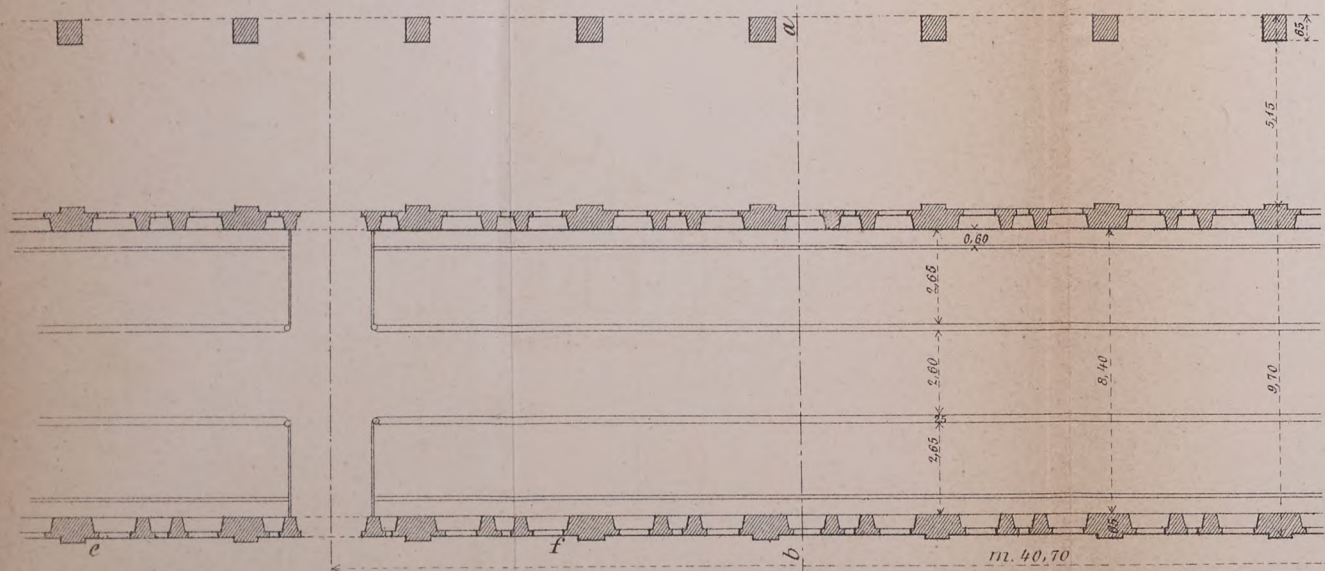
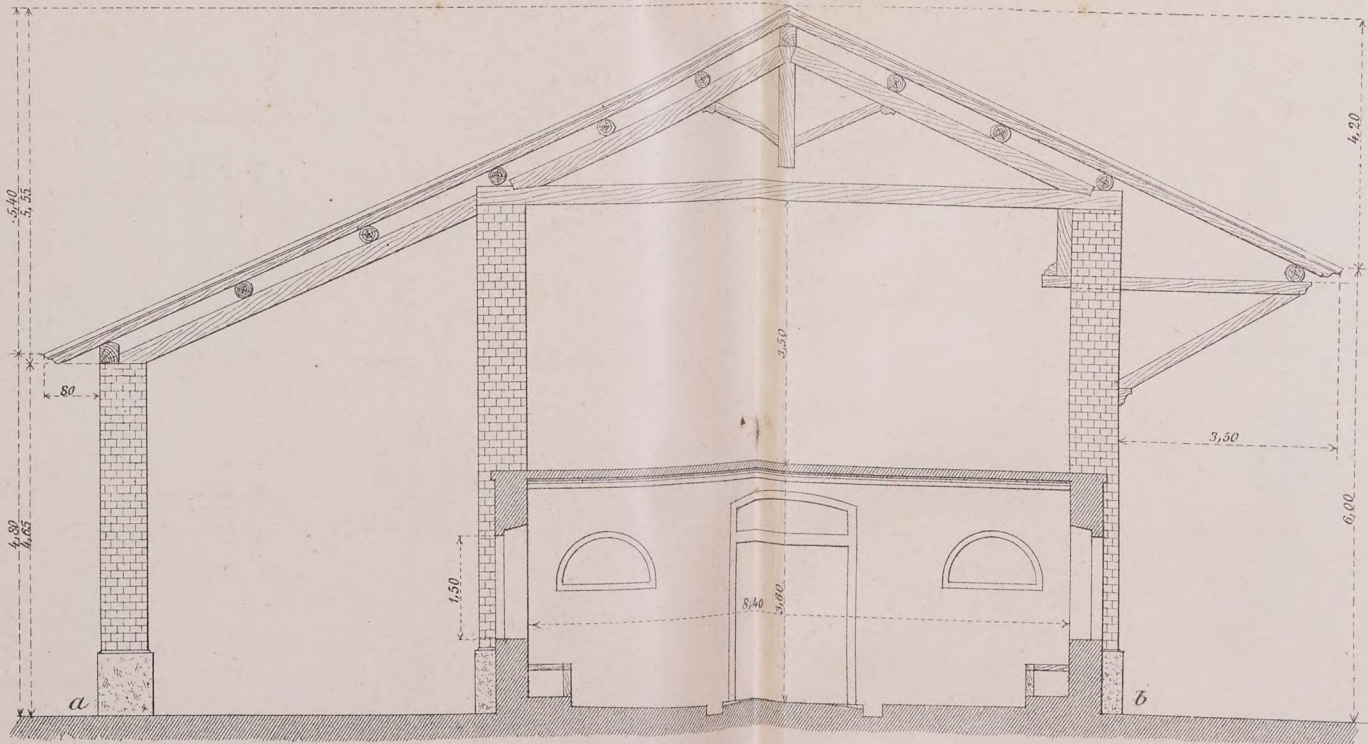
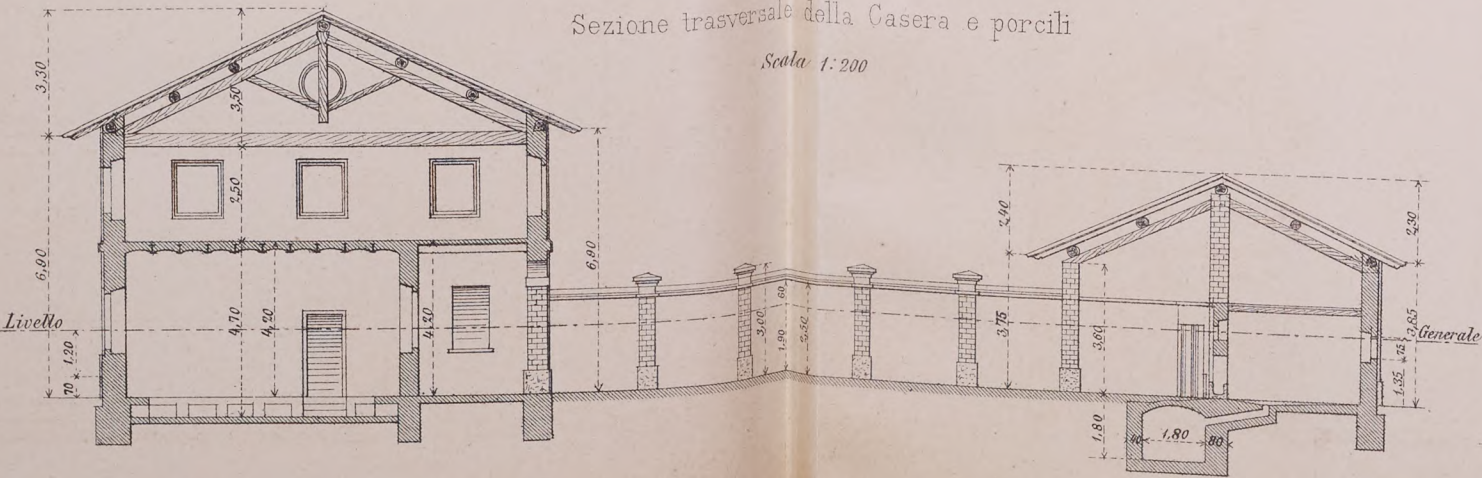
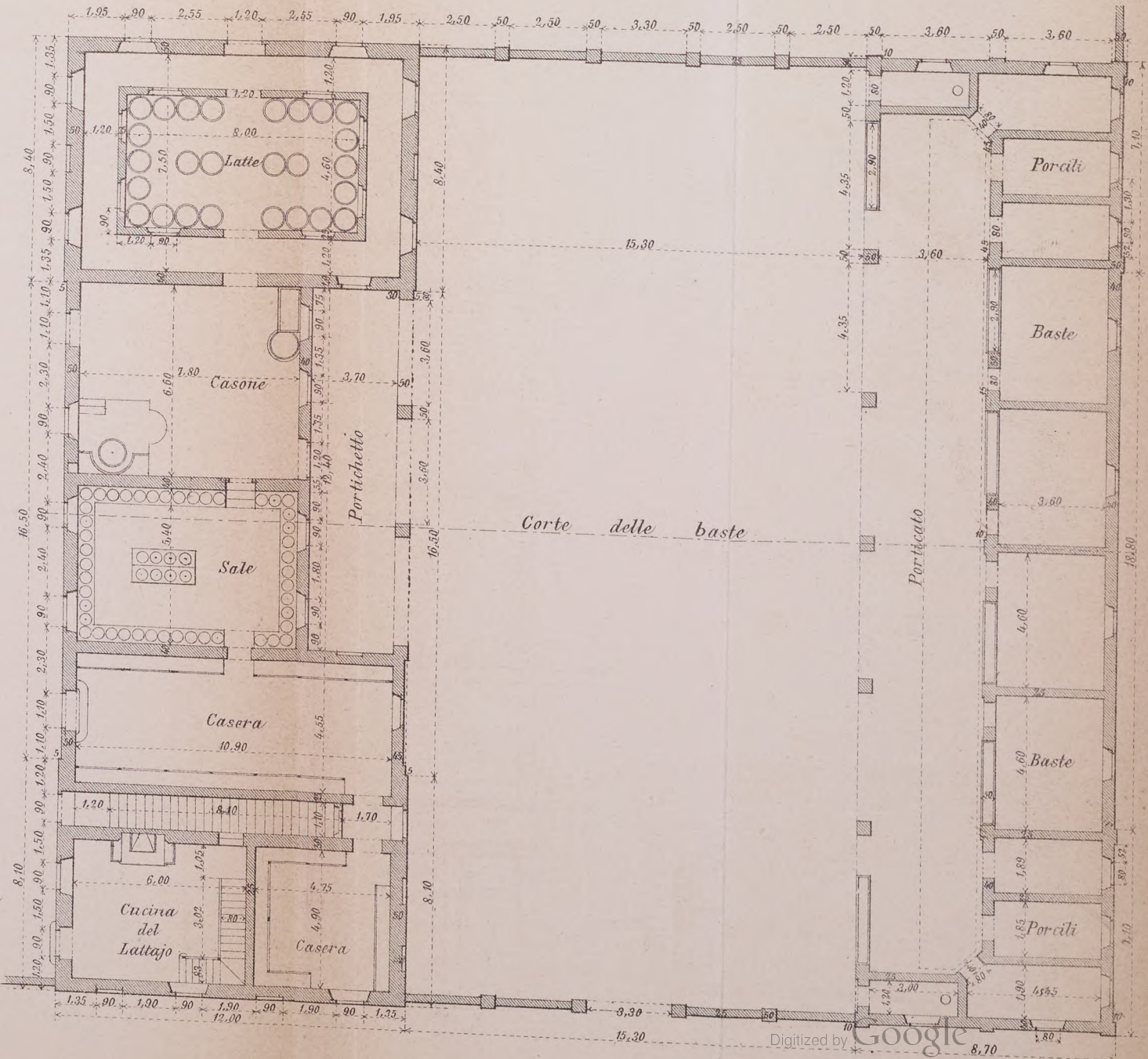
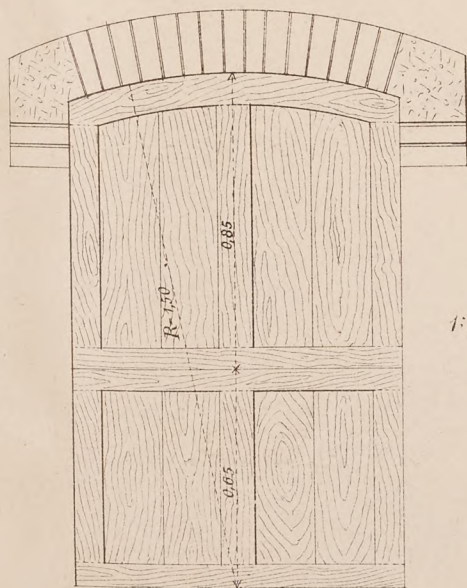
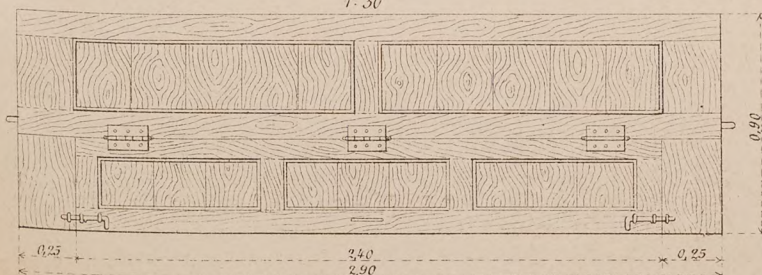
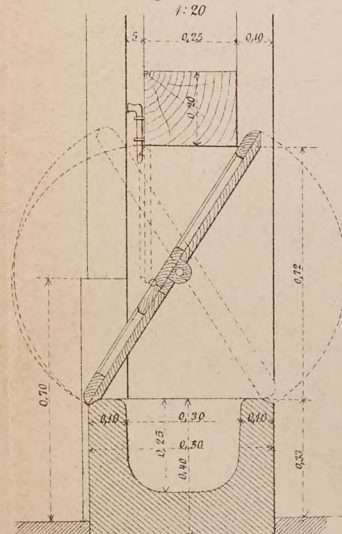
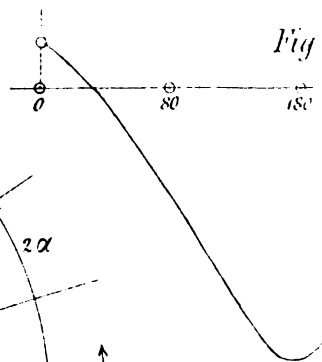
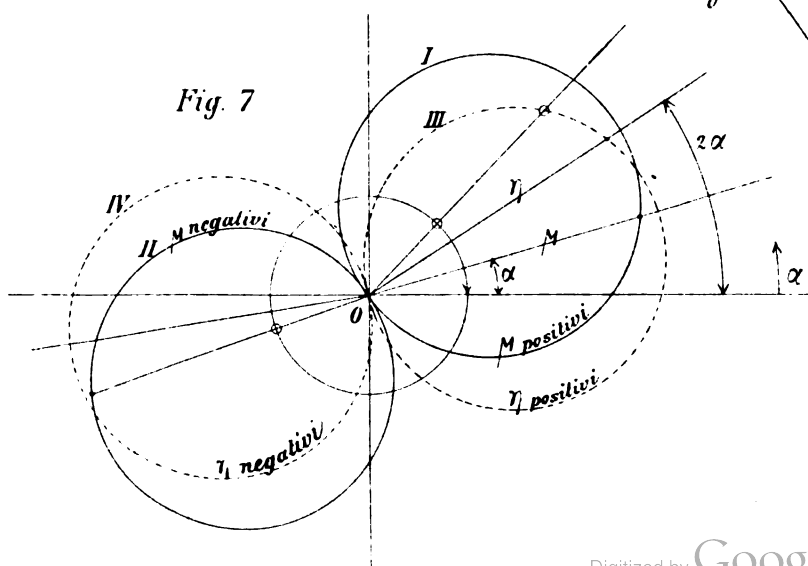
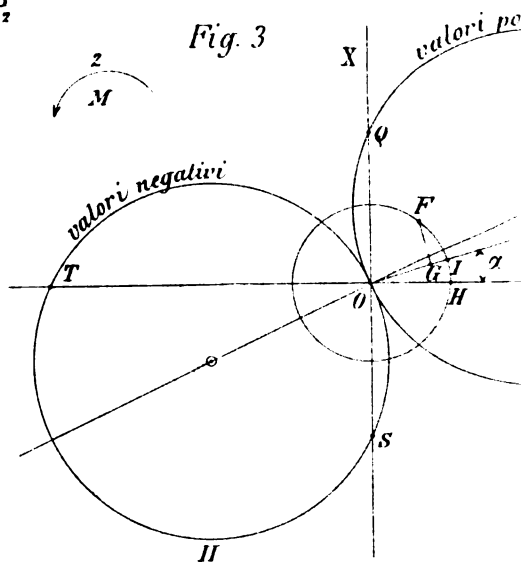
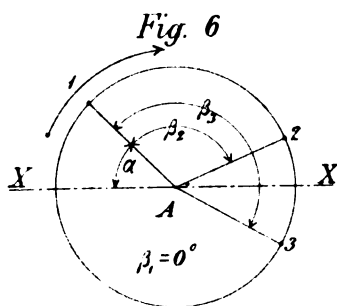
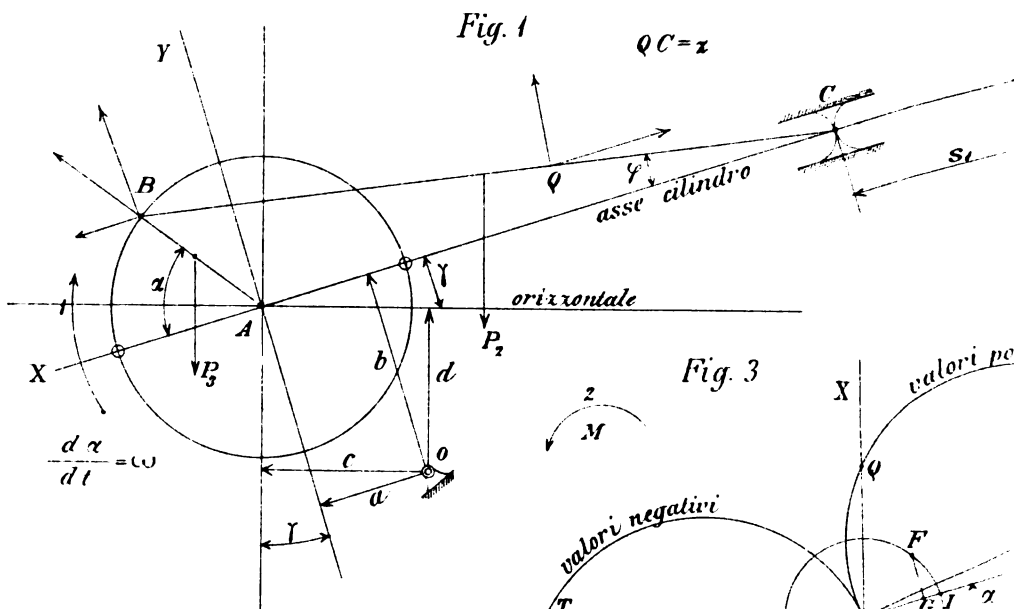
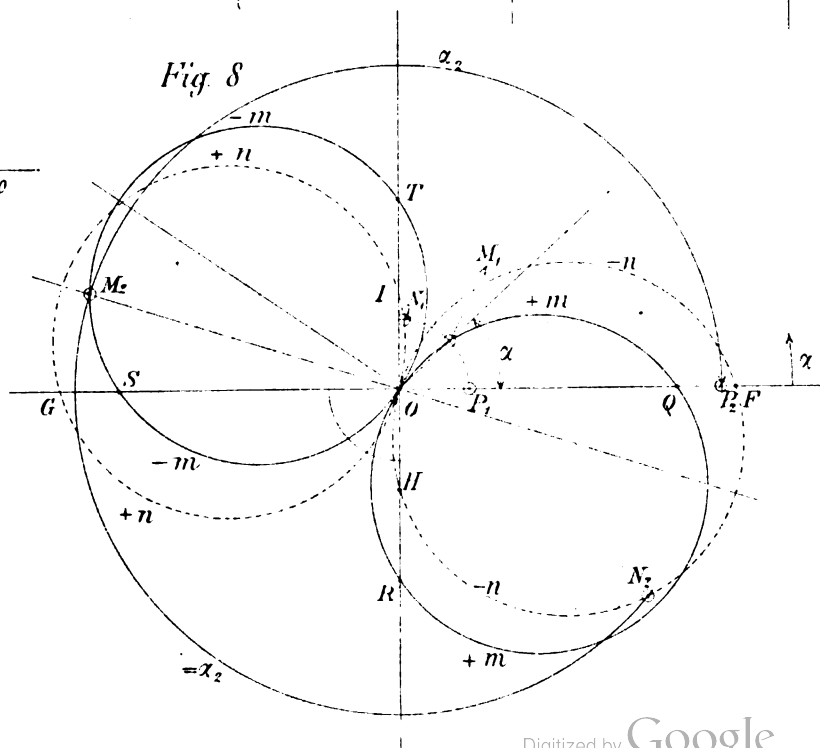
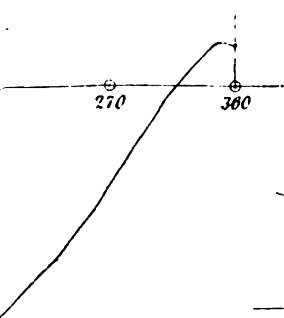
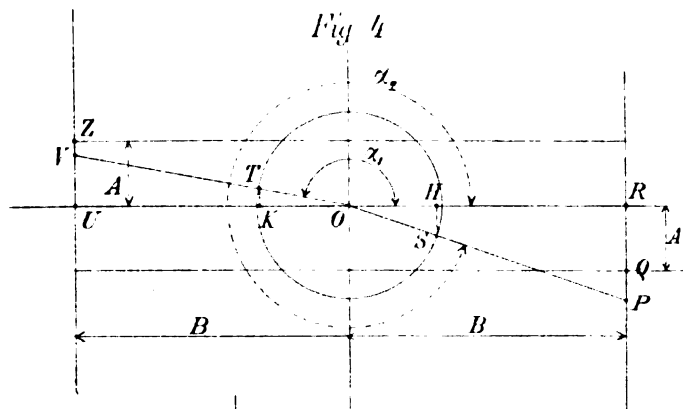
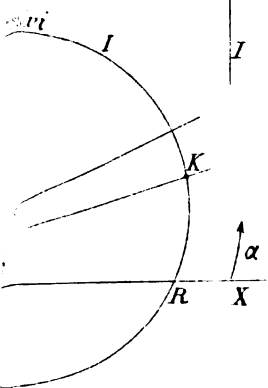
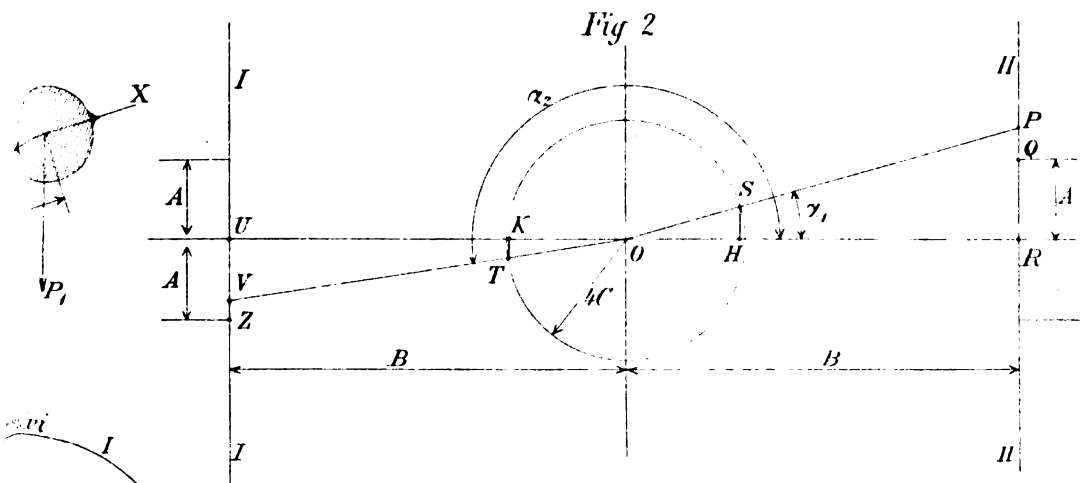
(Barone Davide Leonino)

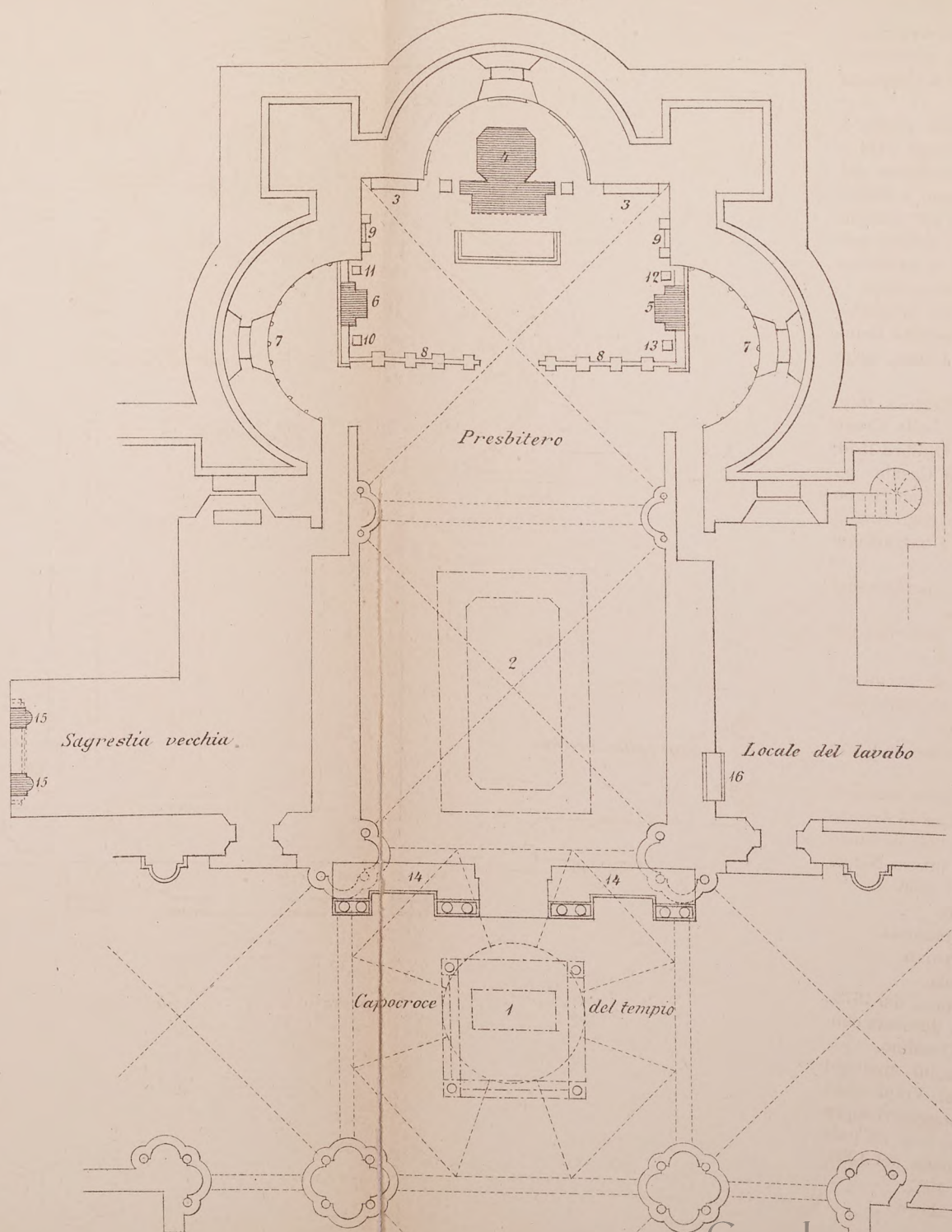
CASCINALE PER LA POSSESSIONE ADELINA
in tenimento di Villamaggiore

(Barone Davide Leonino)

Fig 2

Fig 4

Fig 8

LEGGENDA DELLA PLANIMETRIA

1. Luogo ove sorgeva l'antico altare originario del tempio, di stile campionese, consacrato nel 1497 e portato dai Certosini a Carpiano l'anno 1567.
2. Grandioso sarcofago in legname eretto a Giovanni Galeazzo Visconti l'anno 1474 e rimosso l'anno 1562 coll'inaugurazione del mausoleo di G. Cristoforo Romano e Benedetto Brioschi. Vi fu poi collocato intorno alle pareti laterali il coro del De Polli eseguito per la crociera davanti al primitivo altar maggiore secondo l'uso monastico.
3. Trionfi e tabernacolo a muro per le spoglie eucaristiche, apprestati da Francesco Brioschi, dal Vairone e dal Della Porta, negli anni dal 1511 al 1513.
4. Nuovo altar maggiore della Certosa fatto iniziare dal priore Innocenzo Della Croce l'anno 1567 e consacrato il 25 Ottobre 1576. È opera di Ambrogio Volpi da Casale, ingrandita in seguito dai padri di San Bruno verso la metà del XVII secolo cogli angeli dell'Orsolino e del Volpino e i bassorilievi del Rusnati.
5. Edicola marmorea ideata e costrutta dal Volpi per la sedia sacerdotale.
6. Altra edicola simmetrica pel lettorino del Santo Vangelo, pure del Volpi.
7. Decorazione e lesene a specchi di marmi colorati delle due absidiole laterali, nello stile medesimo dell'Ambrogio Volpi.
8. Cancellata di stile barocco, postavi da Carlo Simonetta l'anno 1682.
9. Nicchie nell'abside di sfondo, colle statue di Melchisedecco, Abramo, Eli, Mosè ed Aronne e con quelle di San Pietro e Paolo di fianco all'altare, fatte eseguire dal priore Nicolò Oldoni negli anni dal 1643 al 1656.
10. Statua della Fede, del Rusnati.
11. Statua della Religione, del Simonetta.
12. Statua della Speranza, del Rusnati.
13. Statua della Carità, del Bussola.
14. Parete di chiusura del presbitero, del 1575, su disegno di Martino Bassi e decorata consecutivamente di statue dell'Orsolino.
15. Mensoloni con putti e festoncini analoghi a quelli del leggio, postivi dal Volpi negli anni del 1567 al 1576 per appoggiarvi sopra il trittico d'avorio che già serviva da pala all'originario altare campionese del 1396, trasferito a Carpiano l'anno 1567.
16. Finta porta d'accesso al presbitero.

PLANIMETRIA DEL PRESBITERO E DEL CAPOCROCE DELLA CERTOSA DI PAVIA

Scala di 0,005 p. m.

Fig. 1 – Tracciato della linea da Solingen a Remscheid

Fig. 2 – Piattaforma mobile per la manutenzione della travata metallica

verso

verso

verso

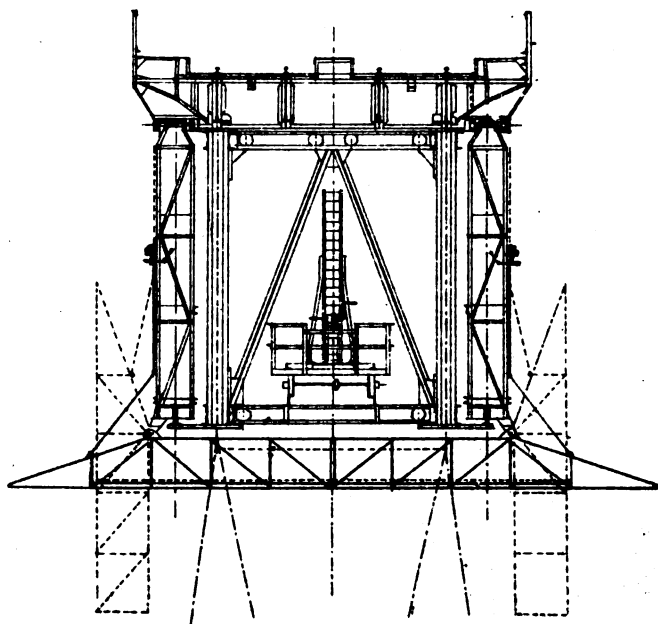
verso

IL VIADOTTO DI MÜNGSTEN (GERMANIA)

Fig. 1 – Tracciato della linea da Solingen a Remscheid

Fig. 2 – Piattaforma mobile per la manutenzione della travata metallica

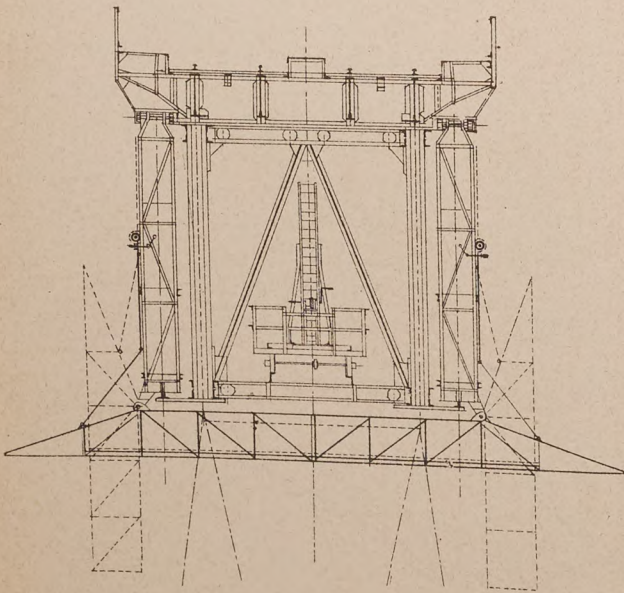



Fig. 3 – Progetto primitivo

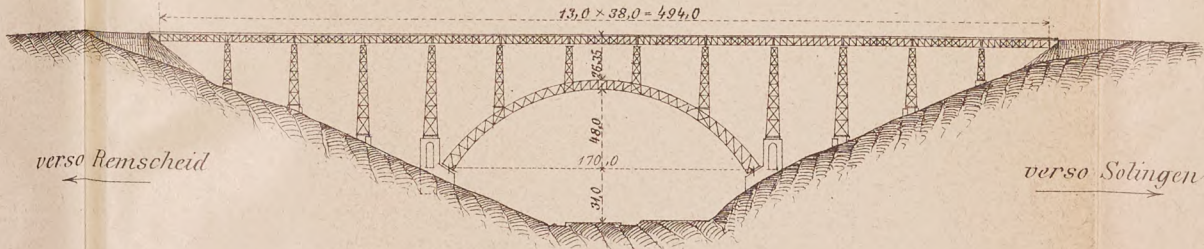



Fig. 4 - Progetto sottomesso al concorso

Fig. 5 - Progetto sottomesso al concorso

464,12

169,80

verso Remscheid

verso Solingen

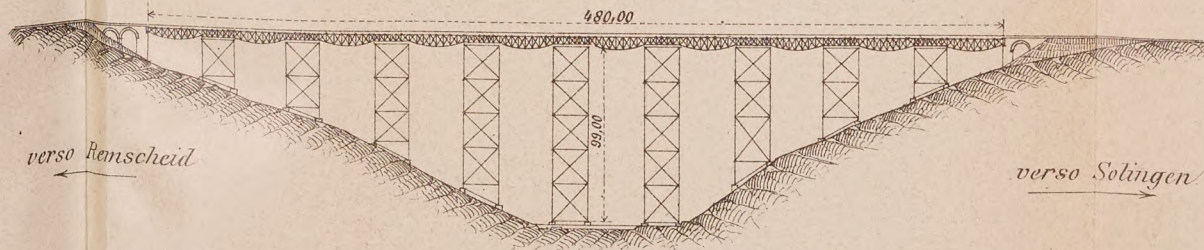
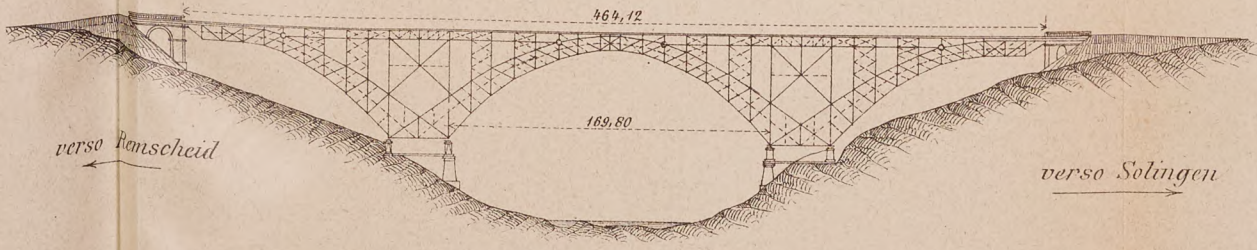



Fig. 6 - Progetto definitivo

465,00

106,38

verso Remscheid

verso Solingen

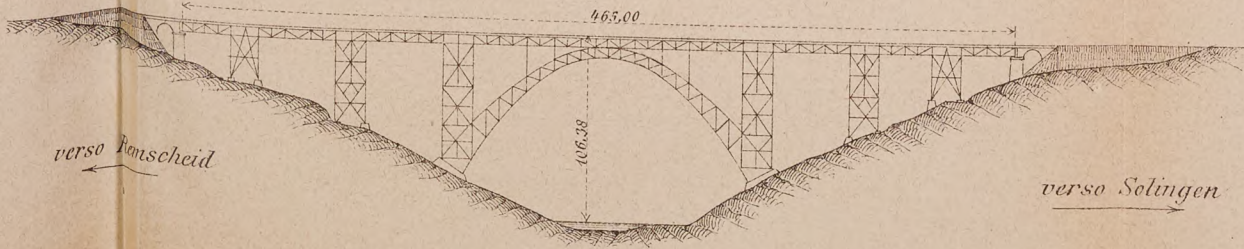



Fig. 7 – Deformazioni elastiche sotto il carico di prova

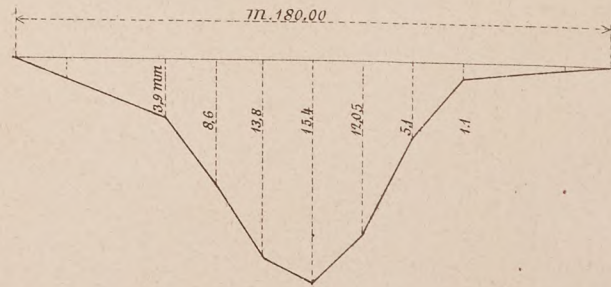



Fig. 8 – Piattaforma mobile per la manutenzione dell'arco

IL VIADOTT

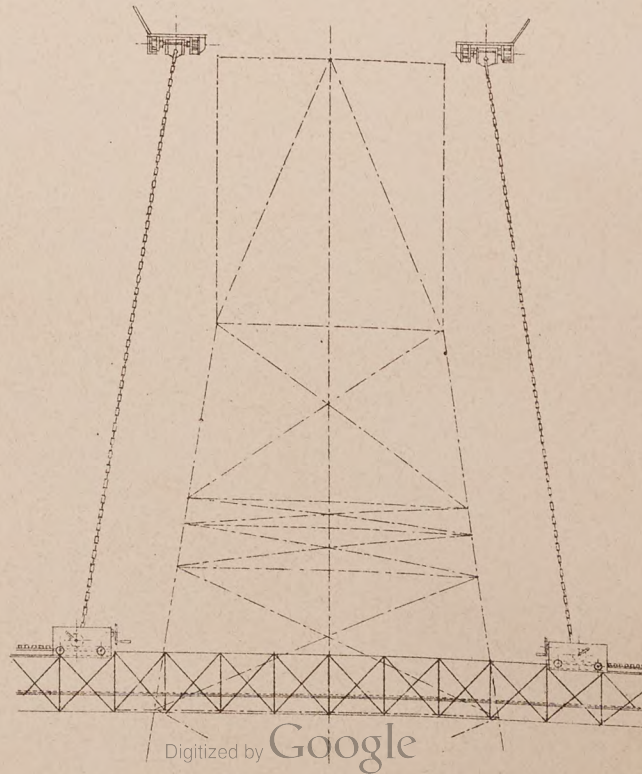
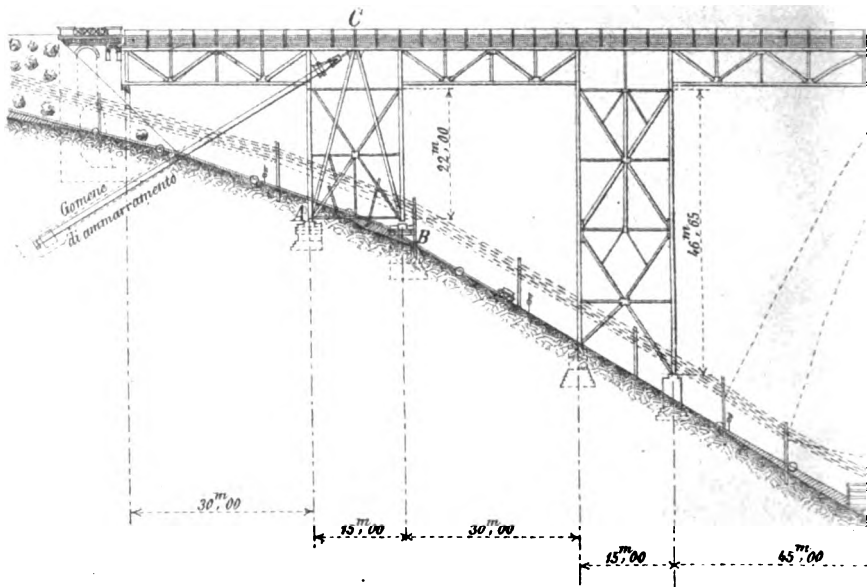
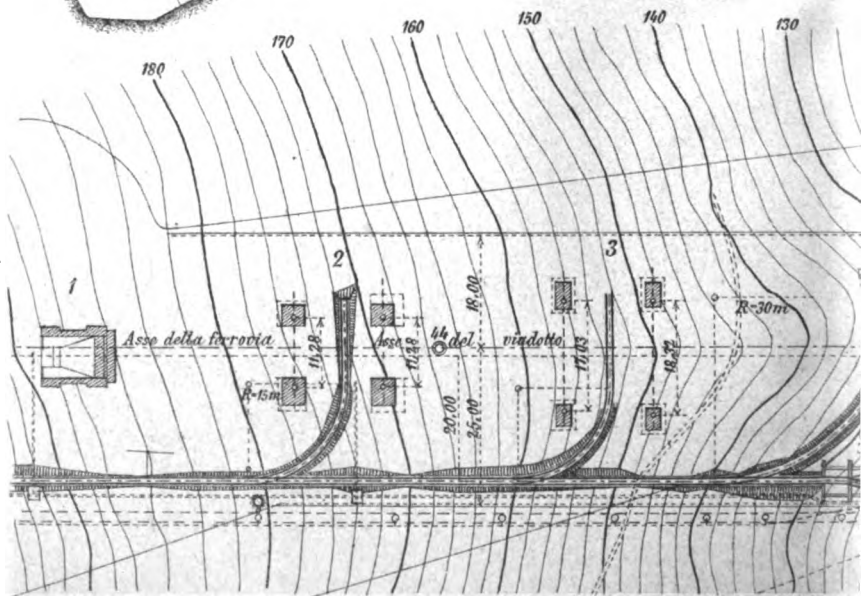
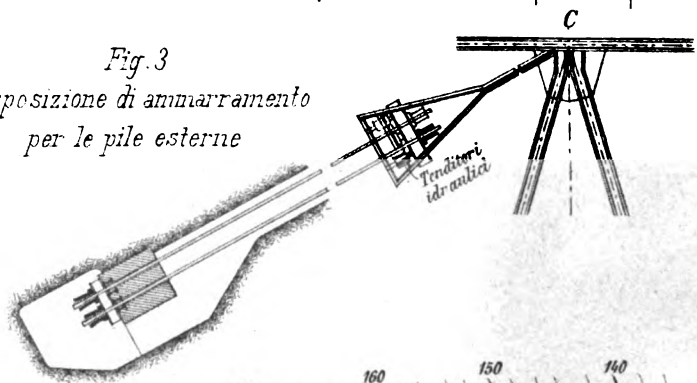
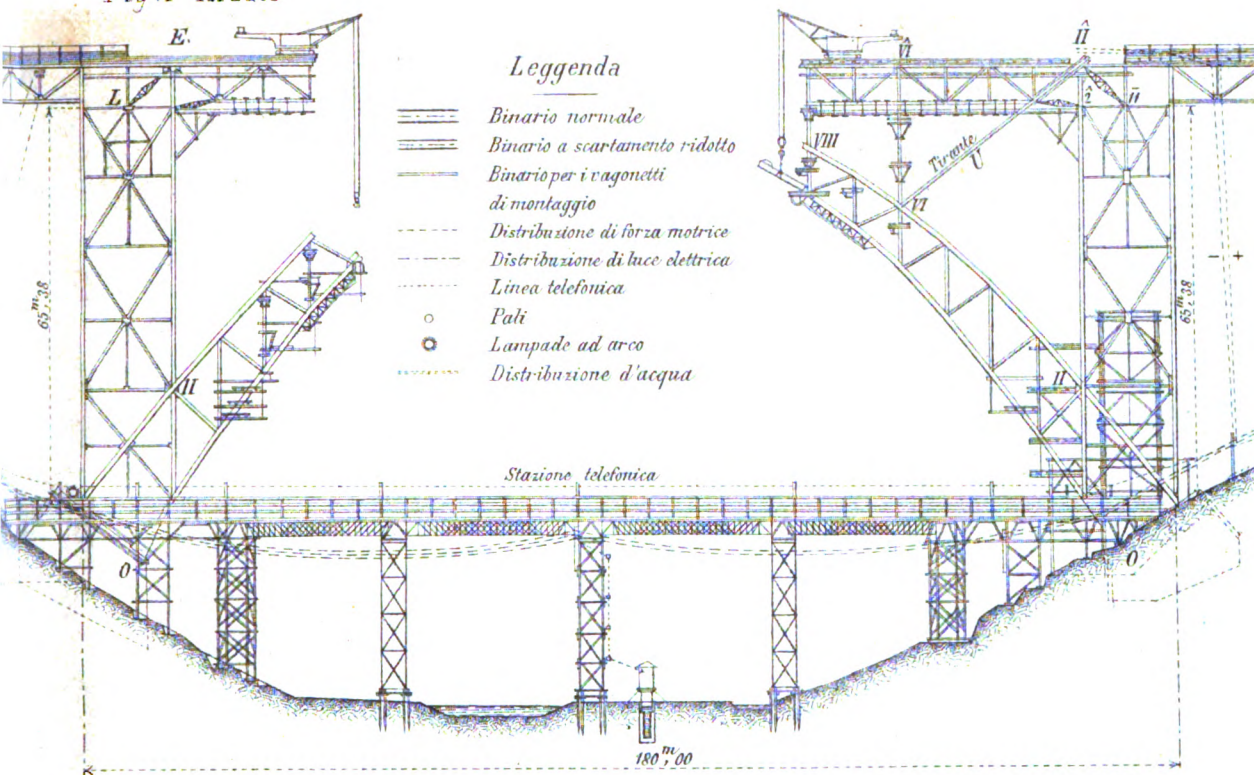
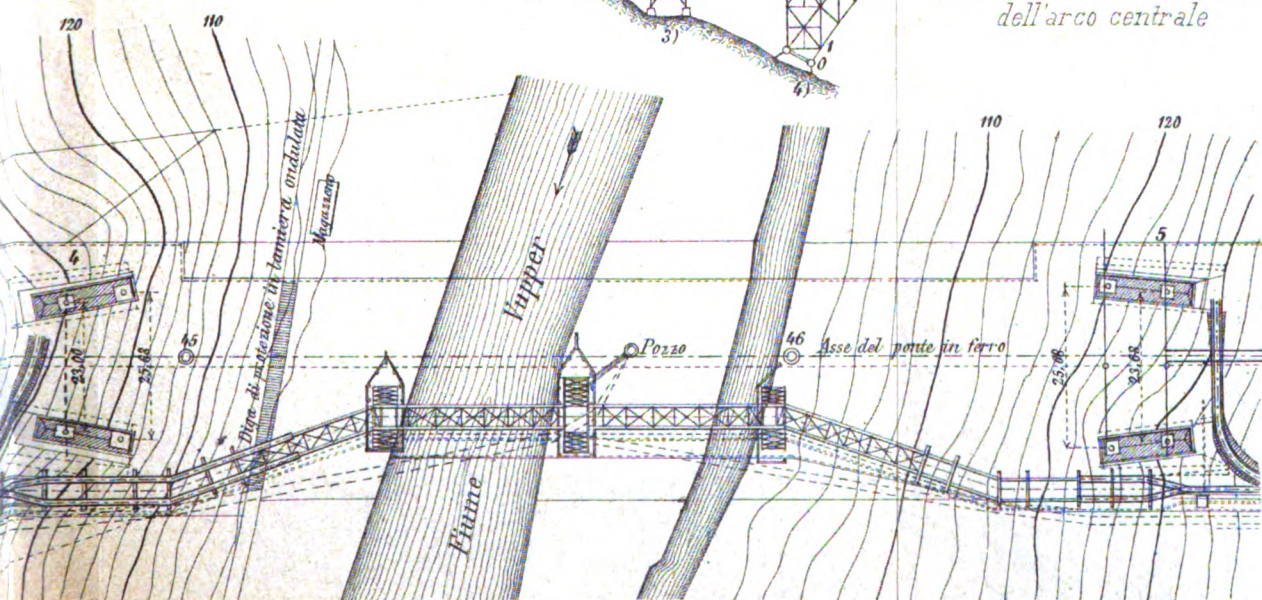



Fig. 3
Disposizione di ammarramento per le pile esterne

...TO DI MÜNGSTEN (GERMANIA)

Ing. G.B. Folco — EFFETTI D

: AUTOINDUZIONE VARIABILE

SOCIETÀ EDISON — OFFICINA EL

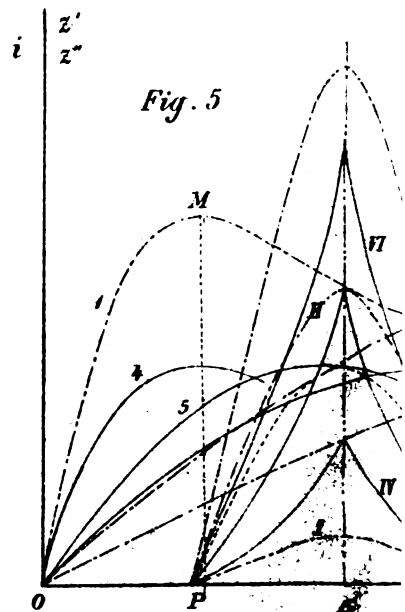
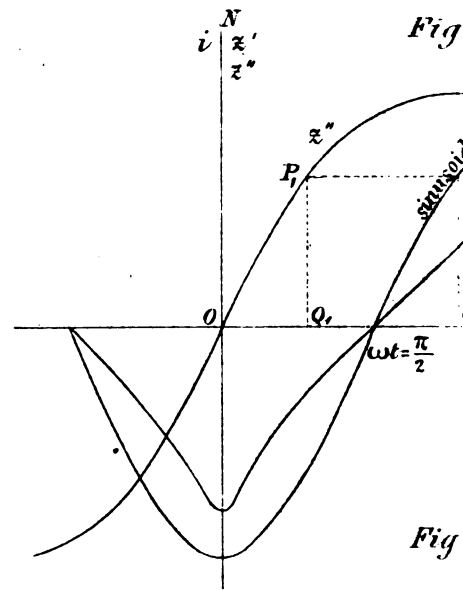
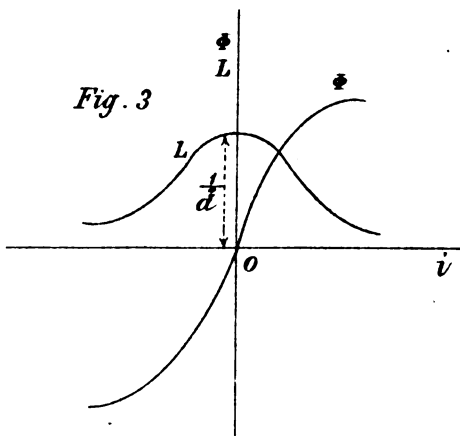
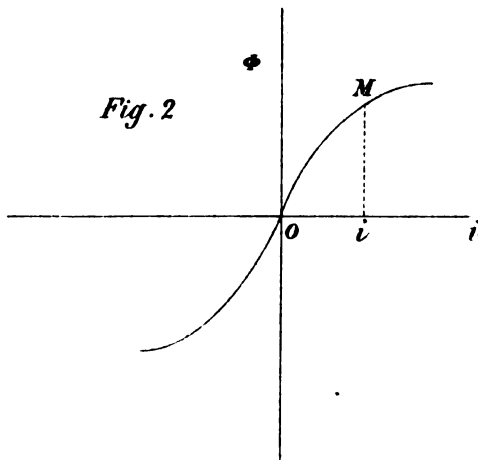
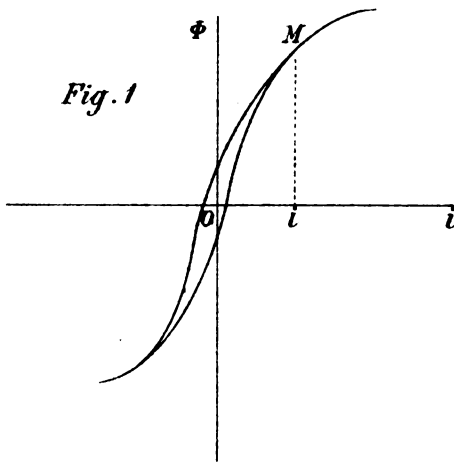
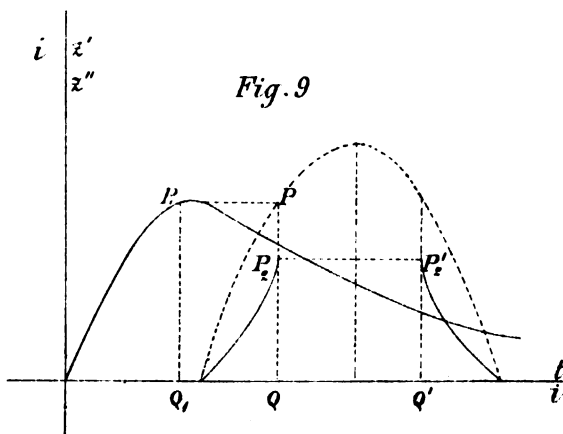
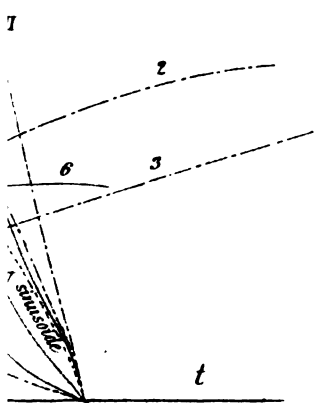
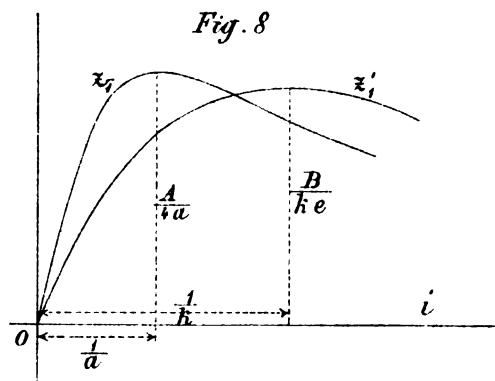
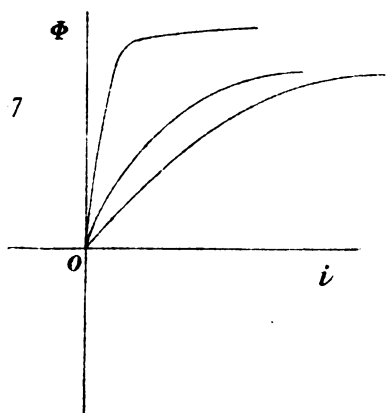
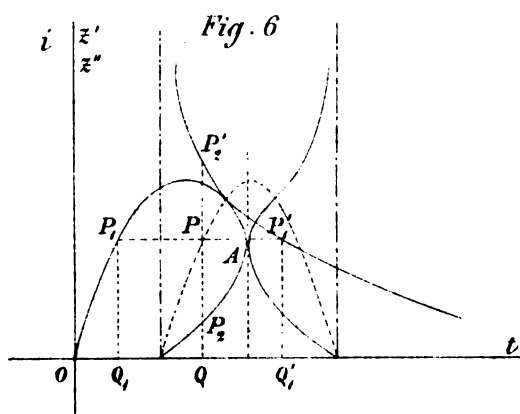
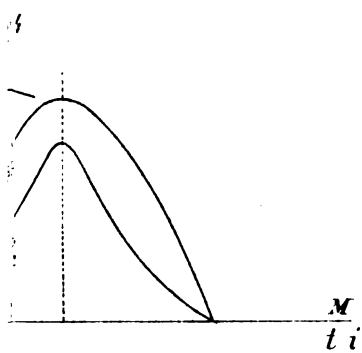
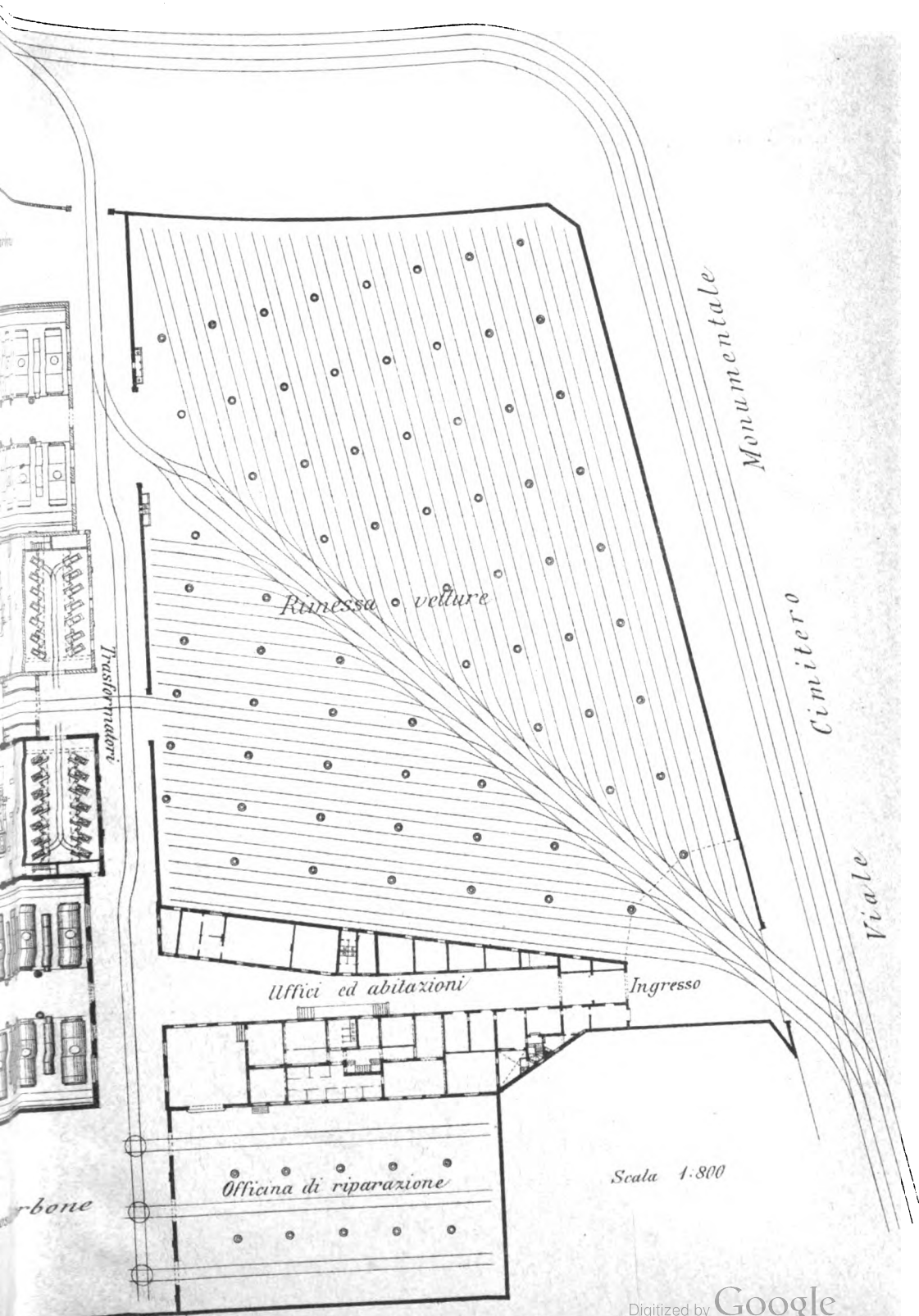
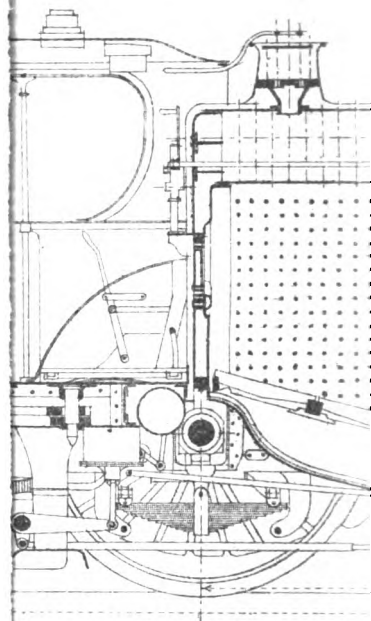
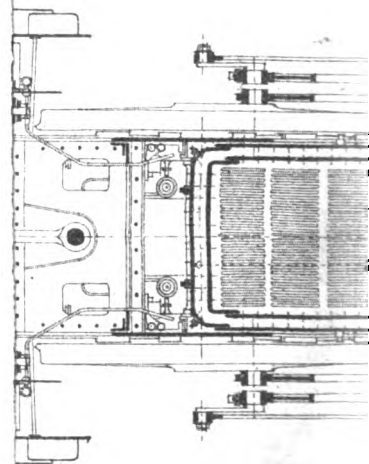
...ELETTRICA DI P. VOLTA (MILANO)

ROVE FATTE CON LO
sulle ferrov

PROVE FATTE CON LOCOMOTIVE COMPOUND
sulle ferrovie francesi

Fig. 4 = Carro Tender

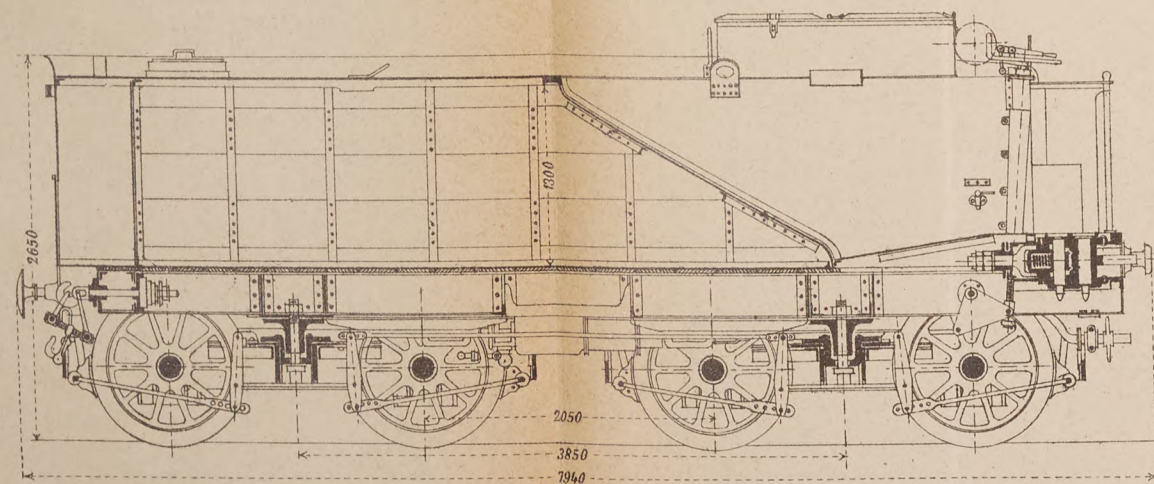
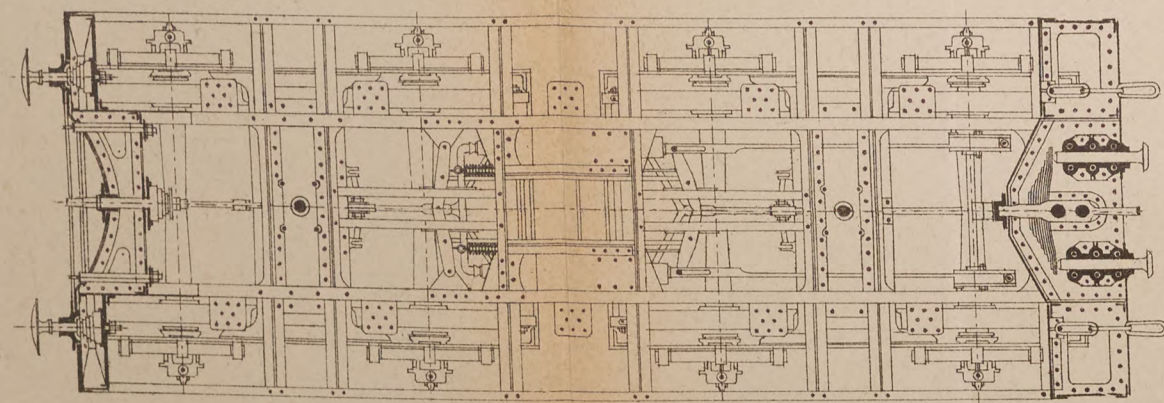



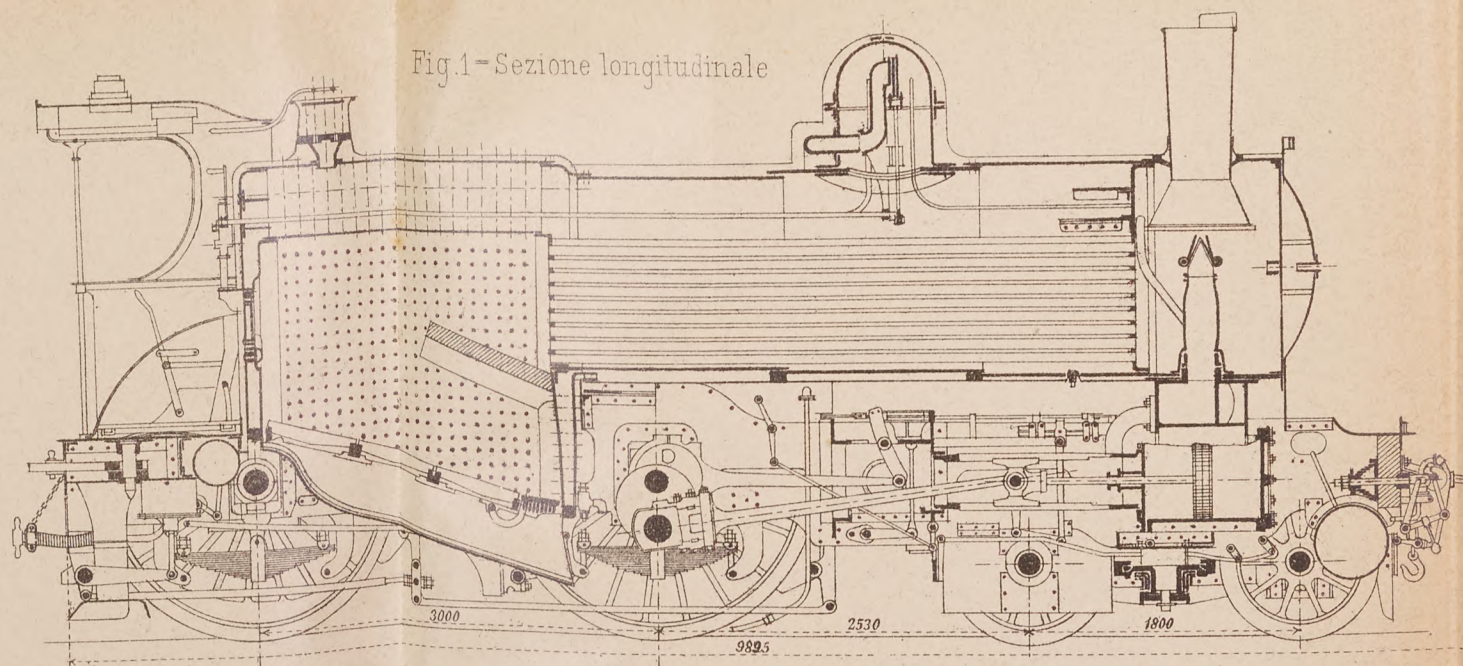
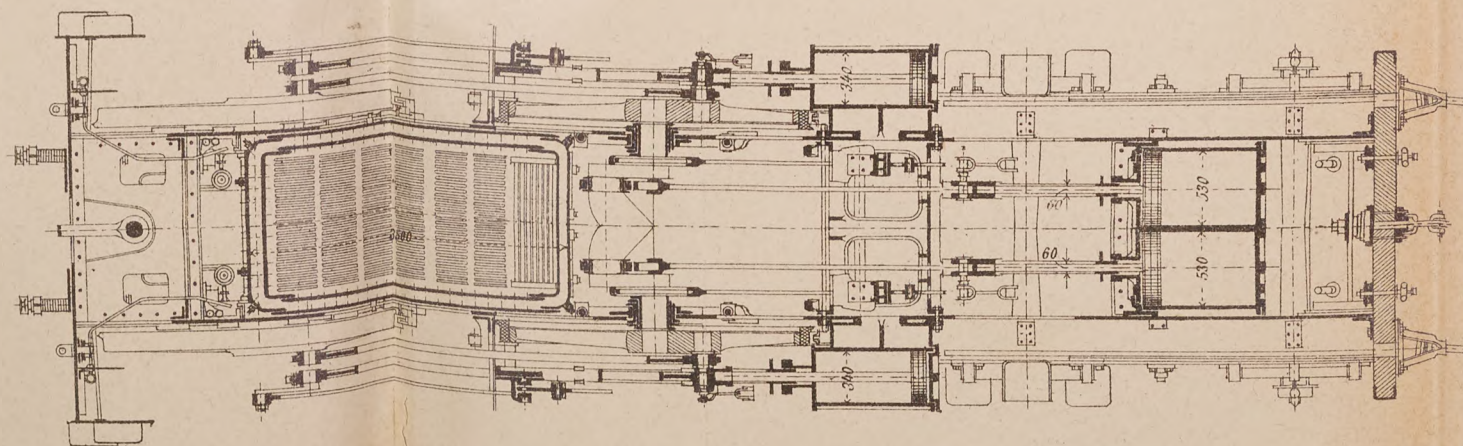
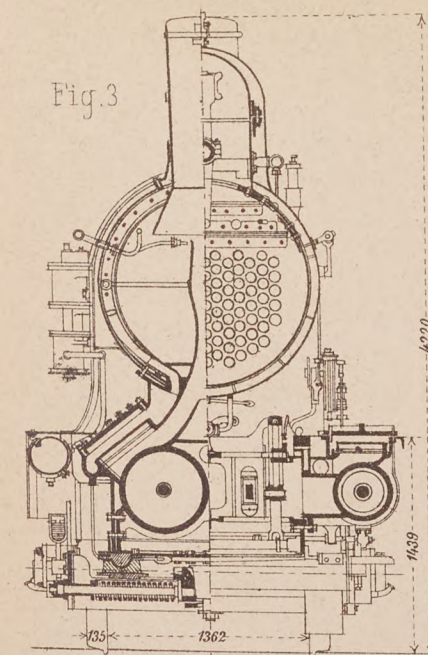
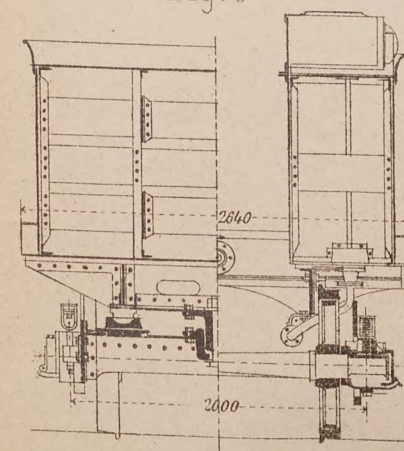
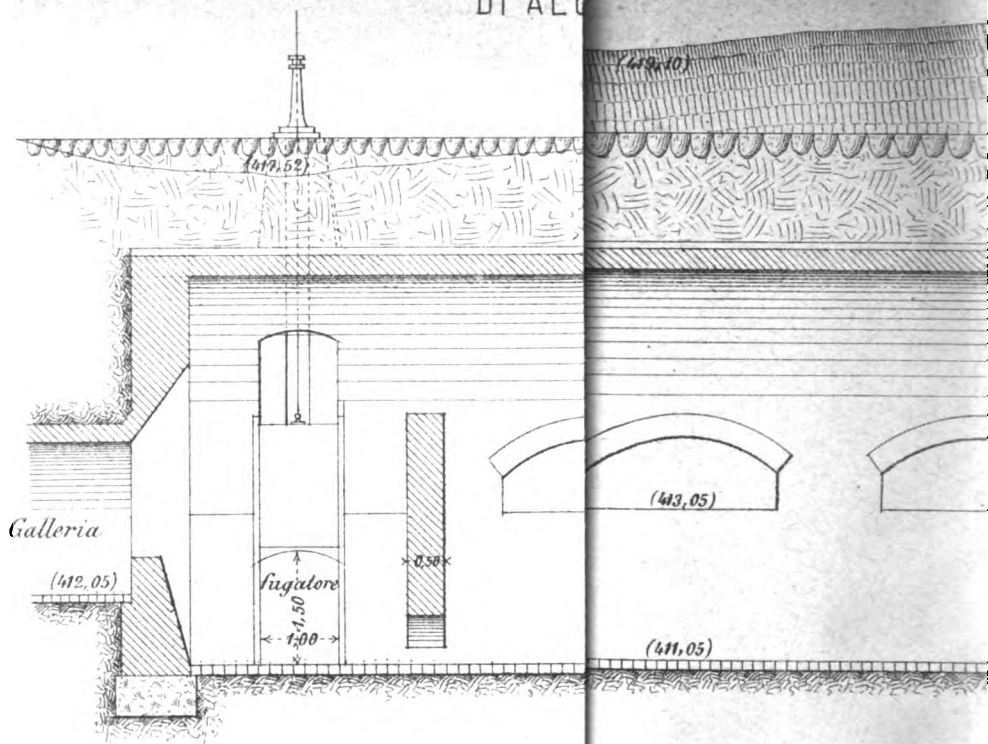
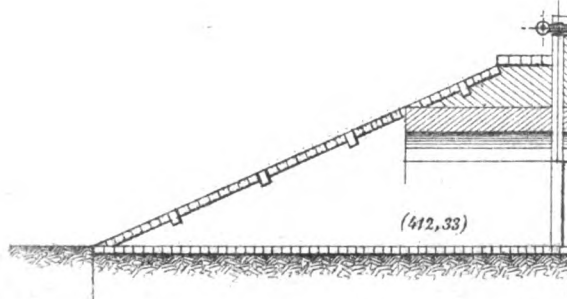
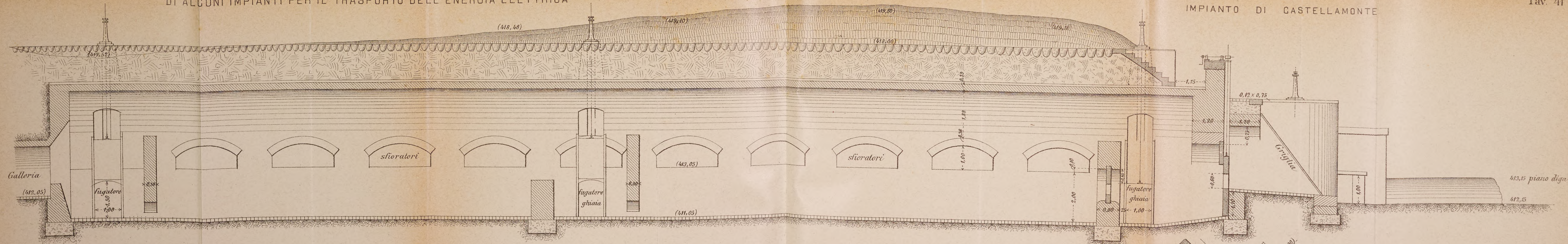
Fig. 1 = Sezione longitudinale

Sezioni trasversali

Fig. 3

Scala 1:50

Fig. 5 = Pianta

Fig. 2 = Pianta

Fig. 6

DI ALC
(419,10)
(417,52)
Galleria
(412,05)
fugatore
1,50
1,00
0,50
(413,05)
(411,05)
Sezione A
ella – Edificio di presa
(412,33)
Sezione IJ

DI ALCUNI IMPIANTI PER IL TRASPORTO DELL'ENERGIA ELETTRICA

IMPIANTO DI CASTELLAMONTE

Sezione *AB*

1,00

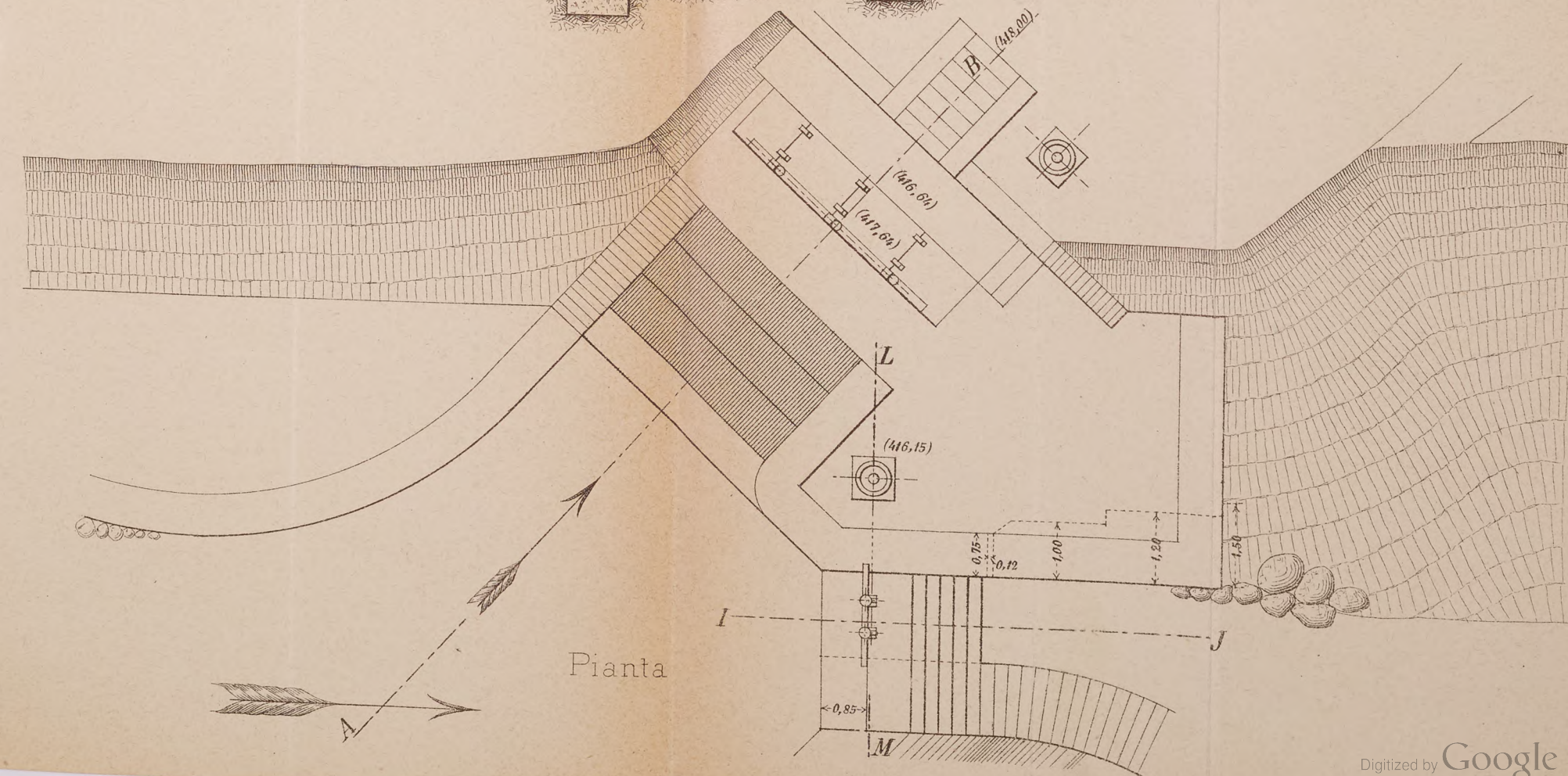
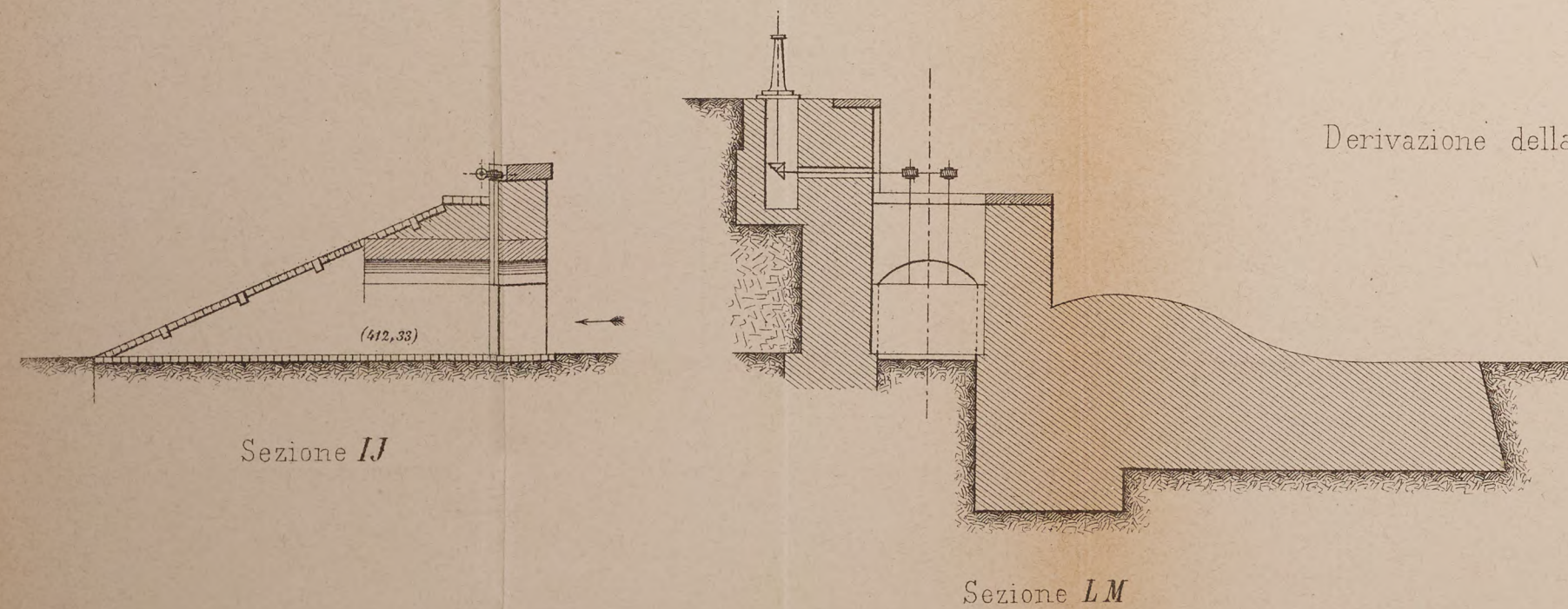
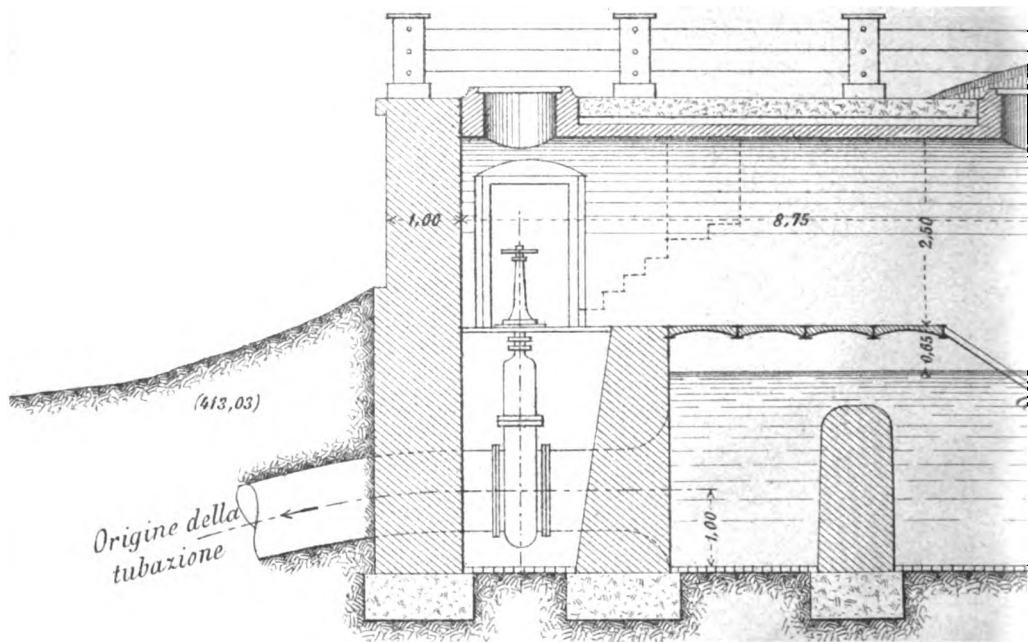
8,75

2,50

0,65

(413,03)

Origine della tubazione

1,00

Sezione orizzontale

DI ALCUNI IMPIANTI PER IL TRASPORTO DELL'ENERGIA ELETTRICA

IMPIANTO DI CASTELLAMONTE

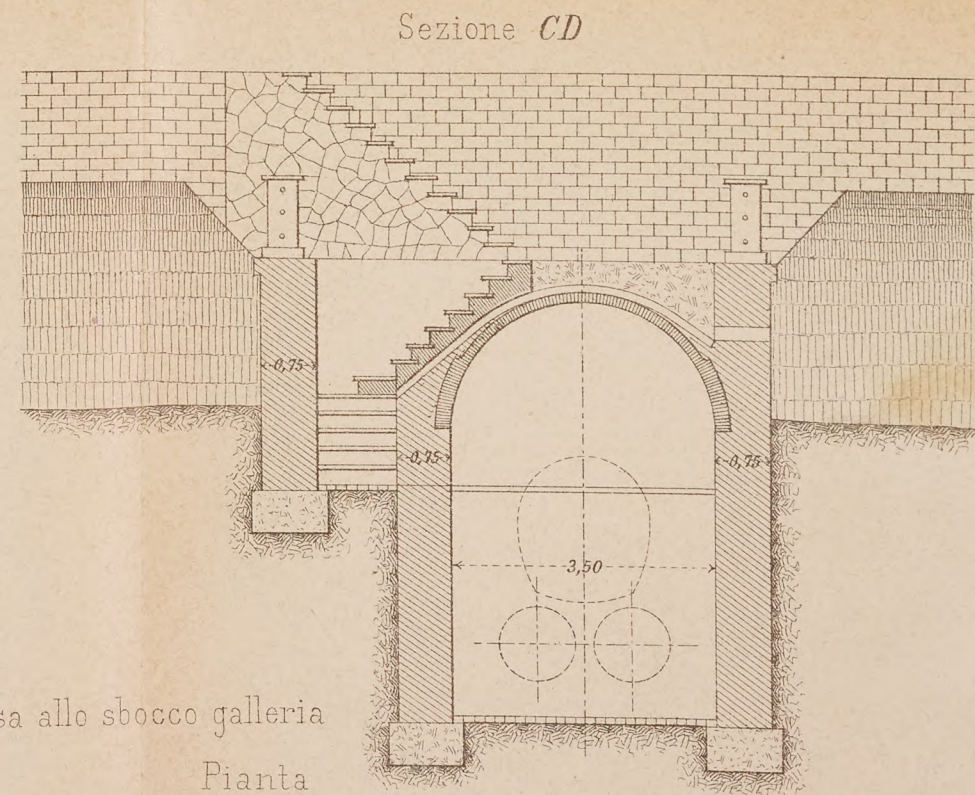
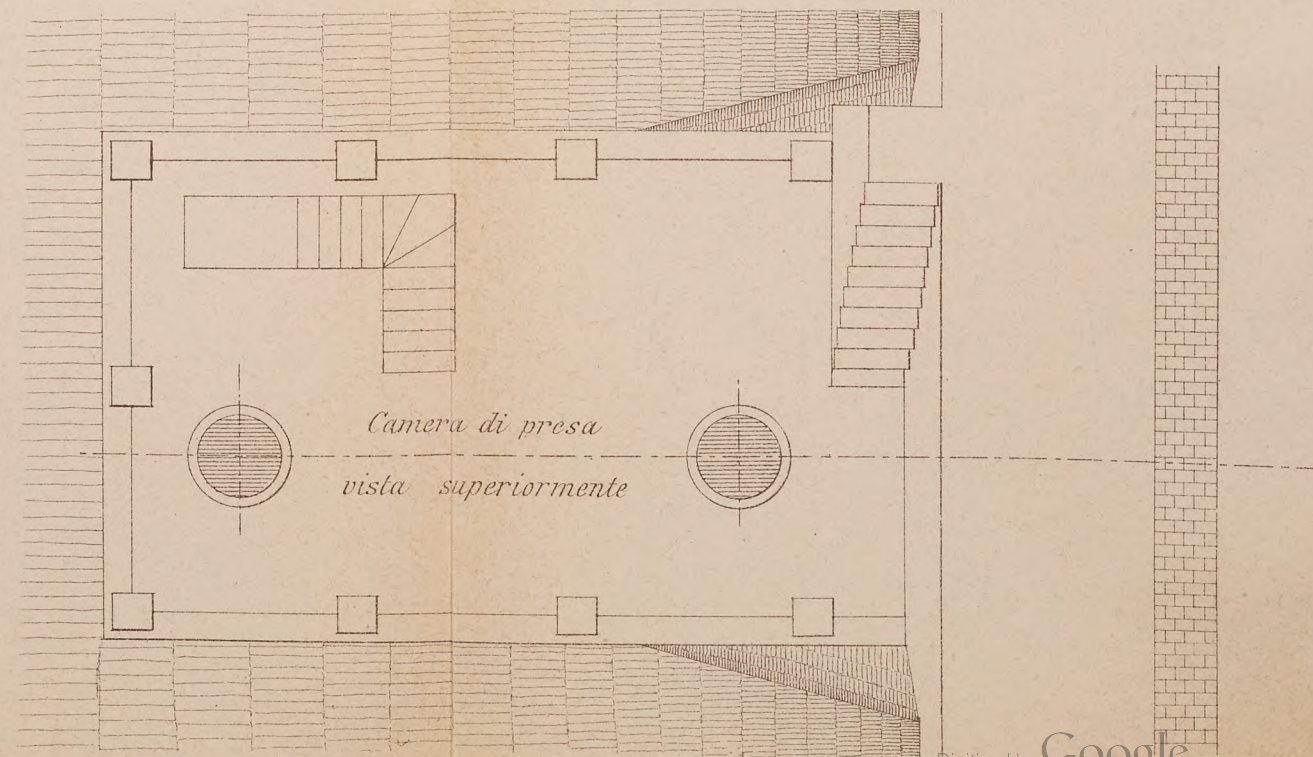
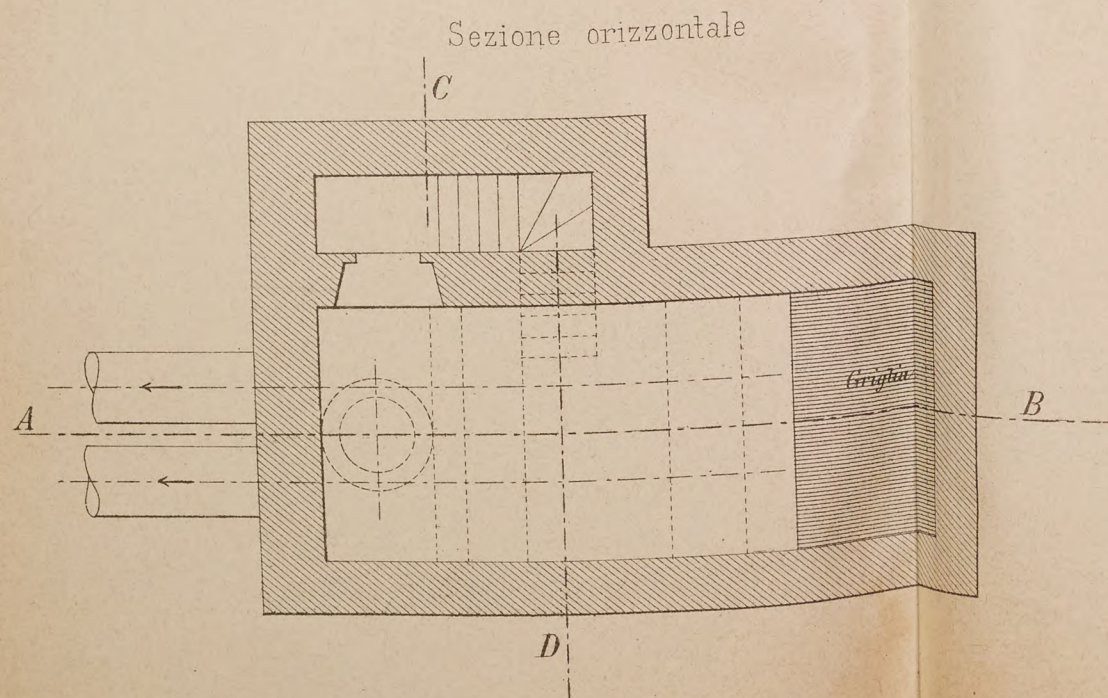
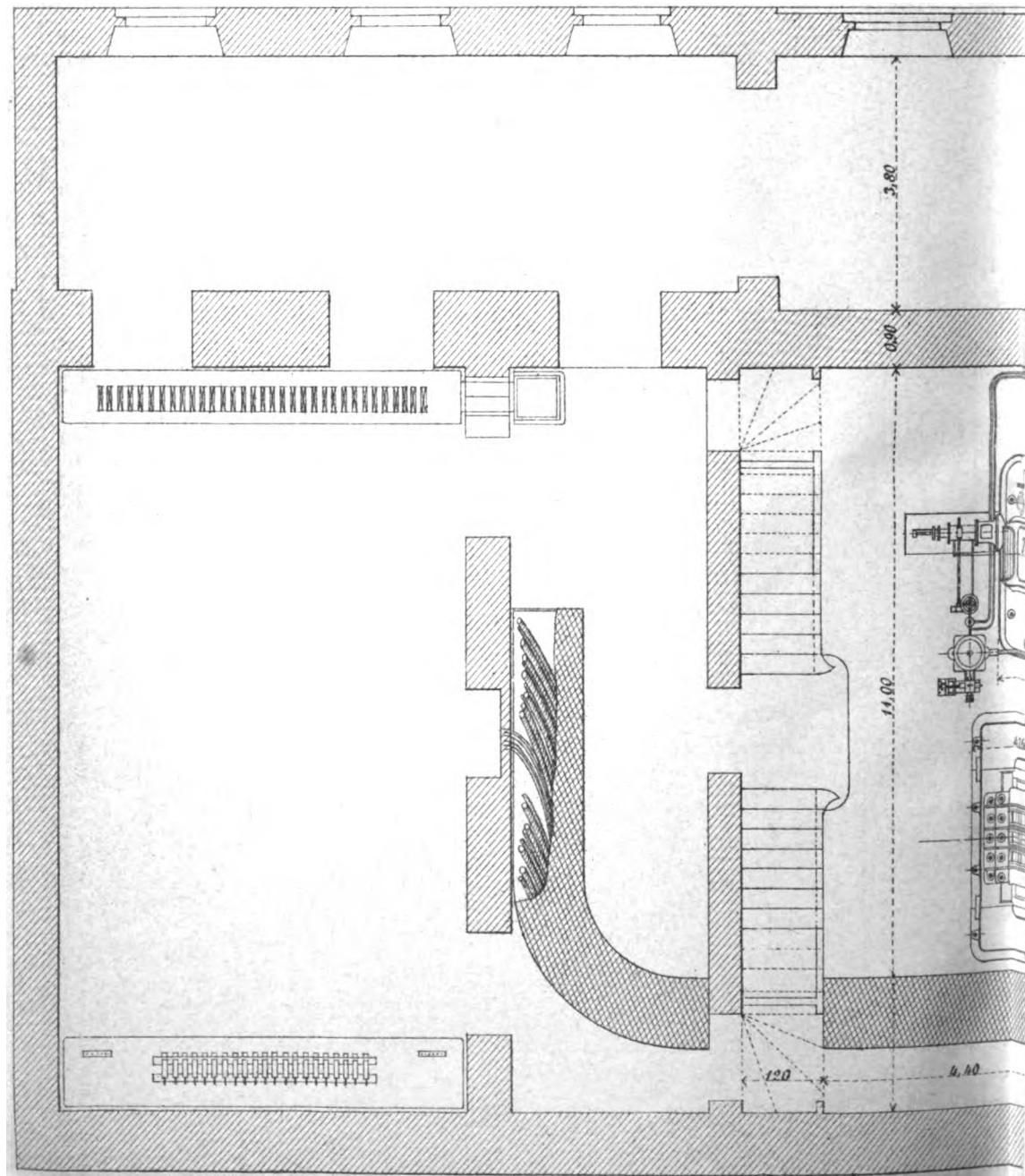
Pianta dell' edificio mo

3,80

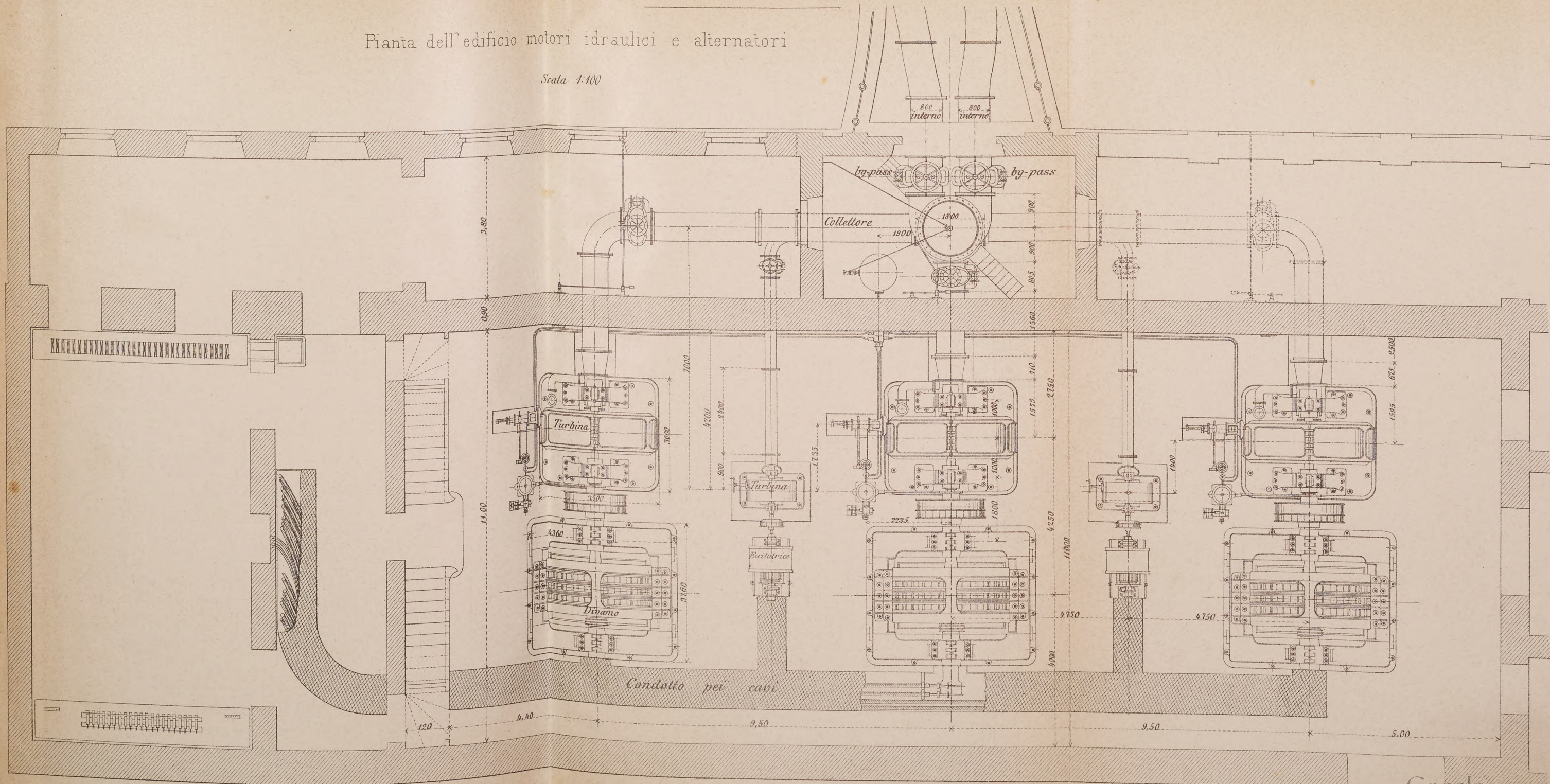
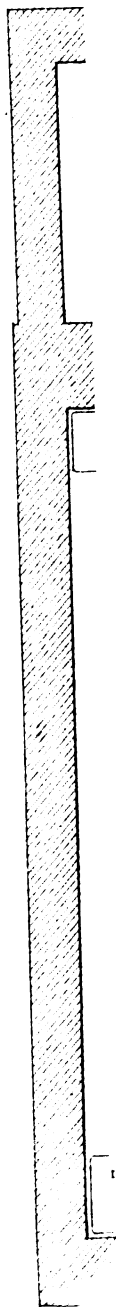
0,90

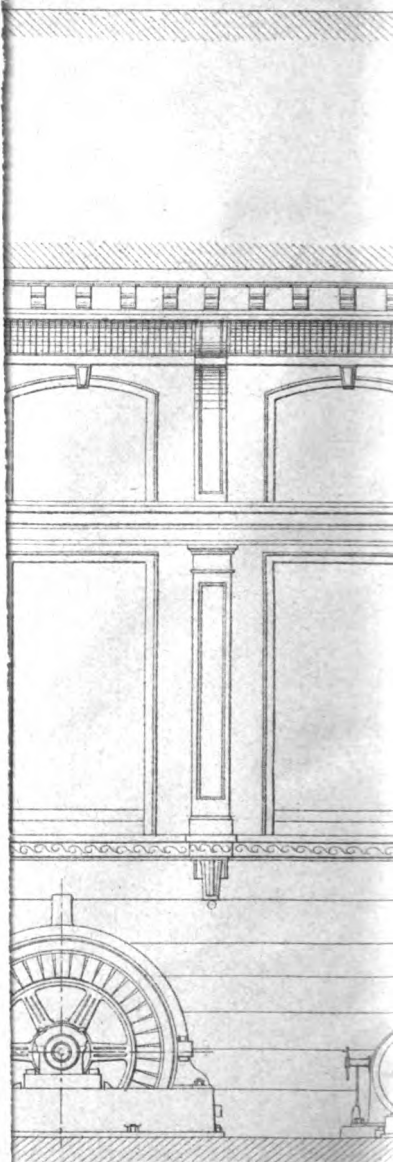
11,00

120

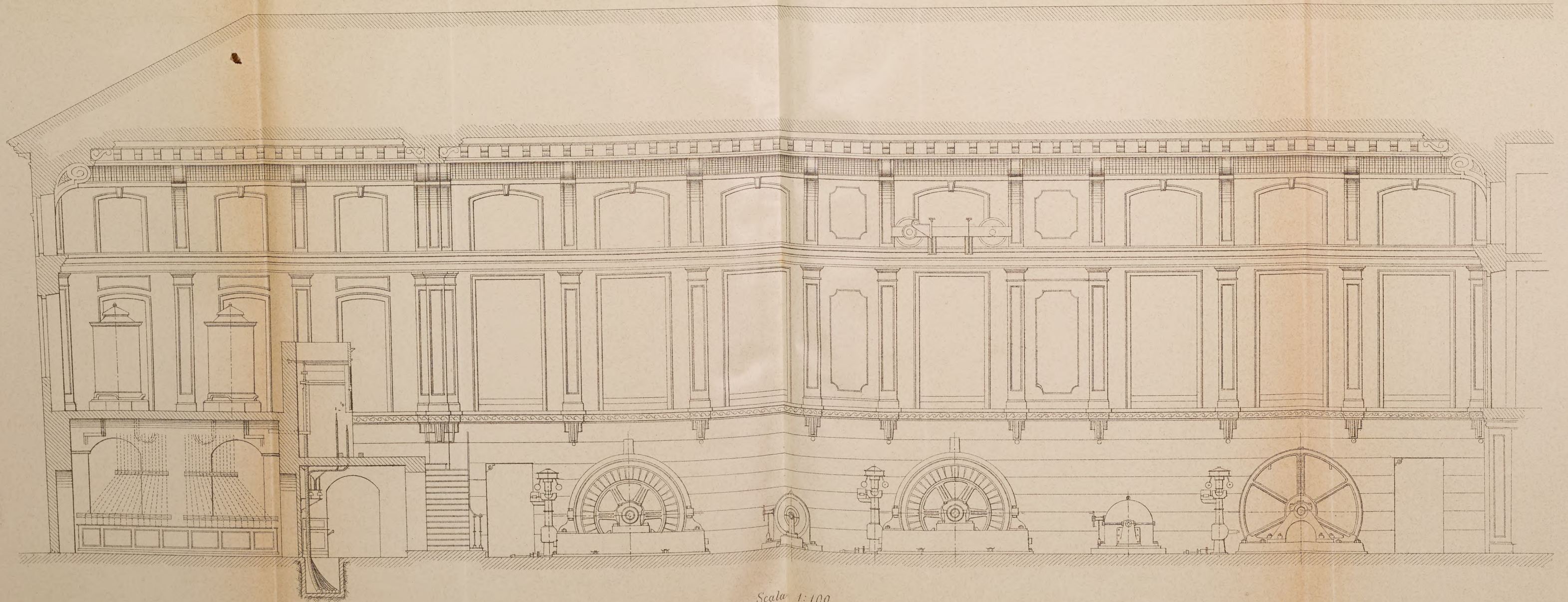
4,40

DI ALCUNI IMPIANTI PER IL TRASPORTO DELL'ENERGIA ELETTRICA

IMPIANTO DI CASTELLAMONTE

Pianta dell'edificio motori idraulici e alternatori

Scala 1:100

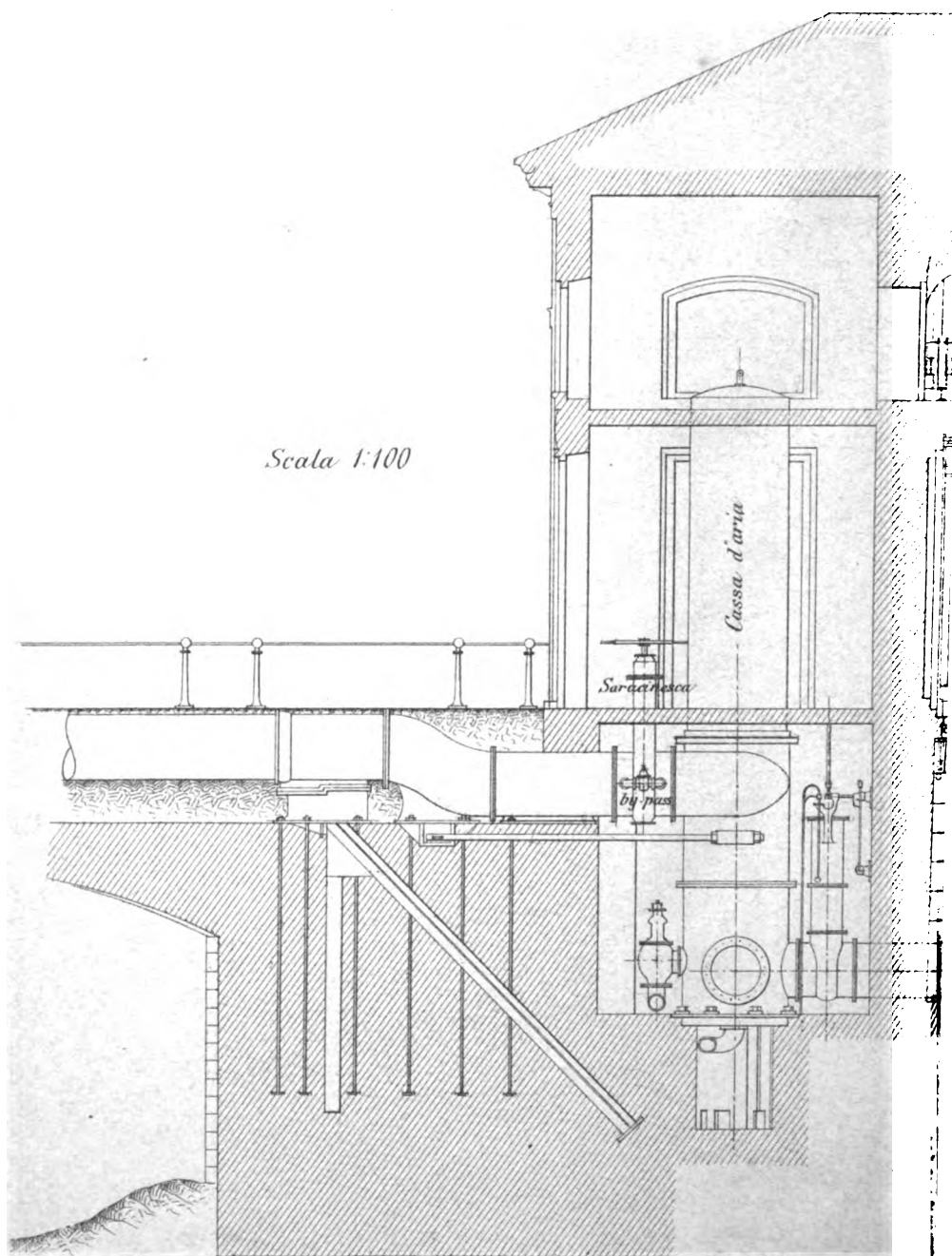
MPIANTI PER IL TRA
IMPIANTO DI
itudinale dell'edifi
Scala

DI ALCUNI IMPIANTI PER IL TRASPORTO DELL'ENERGIA ELETTRICA

IMPIANTO DI CASTELLAMONTE

Sezione longitudinale dell' edificio motori idraulici e alternatori

Scala 1:100

DI ALCUNI IMPIANTI PER IL TRA

IMPIANTO DI

Sezione trasversale dell'edifi

…SPORTO DELL'ENERGIA ELETTRICA

… CASTELLAMONTE

… motori idraulici e alternatori

***Redazione ed Amministrazione, Via Unione*, 9 — MILANO.**